Ministère de l'Agriculture

I N R A

Département de Zoologie

RL 28

# RAPPORT TRANSITOIRE D'ACTIVITES

du

# LABORATOIRE DE BIOCHIMIE (EN FORMATION)

Michel BOUNIAS

I. N. R. A.
SERVICE DE DOCUMENTATION
25. OCT. 1982
UNITE CENTRALE DE VERSAILLES

Année 1972

(Vol. 1)

Centre de Recherches Agronomiques d'Avignon

# S O M M A I R E

Activités Entomologiques entre Octobre 1971 et août 1972

Introduction 1
Mise au point bibliographique 2*
Etude des chenilles hivernantes 2
Influence de la toxine du Bacillus thuringiensis 3
Etude du développement et de la morphologie 4
Génitalia de Chilo suppressalis : dissection 6

ANNEXES

Bilan d'une première confrontation avec le problème de la Pyrale du riz en camargue 9

Infulence de la température sur le développement de la Pyrale du riz en élevage sur milieu artificiel 23

Influence de la toxine du Bacillus thuringiensis 37

* Document complet déposé au CNRA, Versailles.

# ACTIVITÉS ENTOMOLOGIQUES ENTRE OCTOBRE 1971 ET AOÛT 1972.

- M. BOUNIAS -

## INTRODUCTION -

Les travaux entrepris depuis 1971 à la Station de Zoologie du C.R.A. du Sud-Est ont été consacrés essentiellement à la pyrale du riz (Chilo suppressalis WALKER). Quatre directions principales ont été abordées, à savoir :

1)- Revue bibliographique complète des travaux concernant C. suppressalis -

2)- Etude des chenilles hivernantes (densité, distribution, comportement)-

3) Recherches préliminaires sur la toxicité de la "Bactospéine" du Bacillus Thuringiensis, administrée aux chenilles-

4) Etude du développement et de la morphologie des insectes en élevage -

D'autres travaux ont été consacrés à la mise au point d'un fichier bibliographique entomologique, en collaboration avec Monsieur SORIA, ainsi qu'à la rédaction d'articles scientifiques dans le domaine de la biochimie végétale -

## ①. Mise au point Bibliographique -

Près de 650 titres concernant C. suppressalis ont été relevés et classés ; une mise au point (manuscript ci-joint) a été rédigée en vue de publication : le texte aborde tous les aspects des connaissances actuelles sur la Pyrale : biologie générale, physiologie, biochimie, dégats, Lutte, et porte sur environ 450 références, choisies parmi les plus intéressantes -

## ②. Etude des chenilles hivernantes -

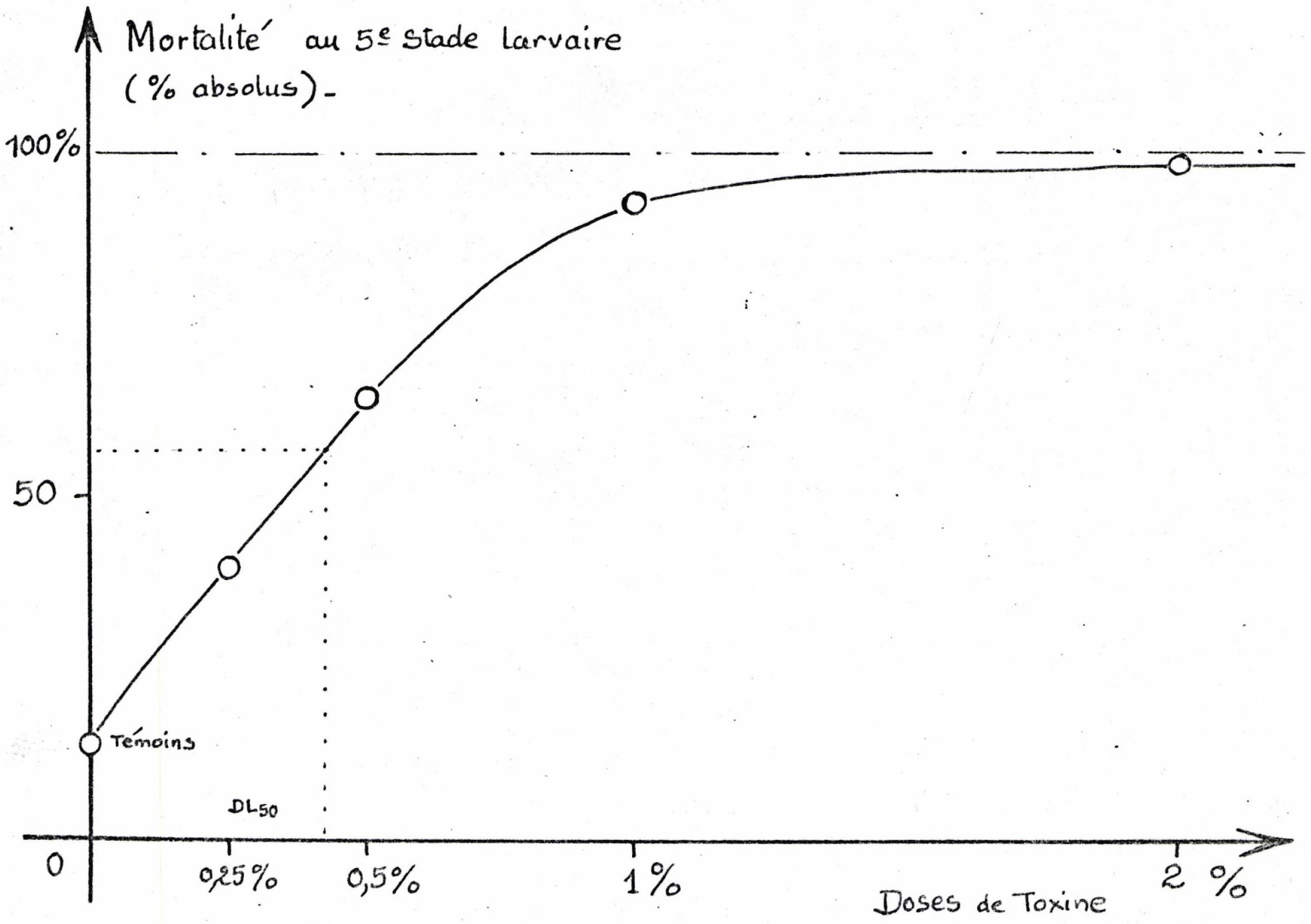
Le nombre moyen de chenilles et leur répartition spatiale dans les tiges de riz desséchées, au cours de l'automne 1971 ont été étudiés sur un échantillon total de 900 tiges environ - Des observations ont été relevées sur la nutrition des chenilles ainsi que sur la suite du développement : nymphose et éclosion des adultes - Quelques relations ont été analysées pour l'étude des populations : relations entre la proportion des tiges attaquées et le nombre moyen de chenilles par tige, et relations entre le nombre de chenilles par tige et leur distribution spatiale dans les tiges - La nymphose et les premières éclosions d'adultes après diapause hivernale ont été observées sur des échantillons de riz prélevés en Camargue et repiqués à la Station. Enfin, une étude de l'immersion des tiges a montré que les chenilles tendent à fuir l'eau et a se répartir essentiellement au dessus de son niveau - (Tableau ci-dessous)-

| Proportion de chenilles entre: ... | - 0 et 20cm .. | - plus de 20cm | - 0 et 35 cm | plus de 35 cm |
|---|---|---|---|---|
| lots témoins ..... | 51 % | 49 % | | |
| immersion 20 cm .... | 12,5 % | 87,5 % | | |
| lots témoins ..... | ..... | | 73 % | 27 % |
| immersion 35 cm ... | ..... | | 20 % | 80 % |

Après dépouillement complet, l'ensemble de ces résultats sera présenté dans un rapport séparé.

## ③. INFLUENCE DE LA TOXINE DU B. Thuringiensis.

La "bactospéine a été administrée à des chenilles du 2e stade à raison de 4 doses, en mélange avec du milieu nutritif simplifié, pendant 24H. Les doses correspondent à 0,25 - 0,5 - 1 et 2% de poudre à 2000 ui/g, dans le milieu. Les lots comprennent 100 chenilles par dose. La toxine induit ainsi une mortalité élevée, que résume la figure ci-dessous, concernant les larves ayant atteint le 5e stade.



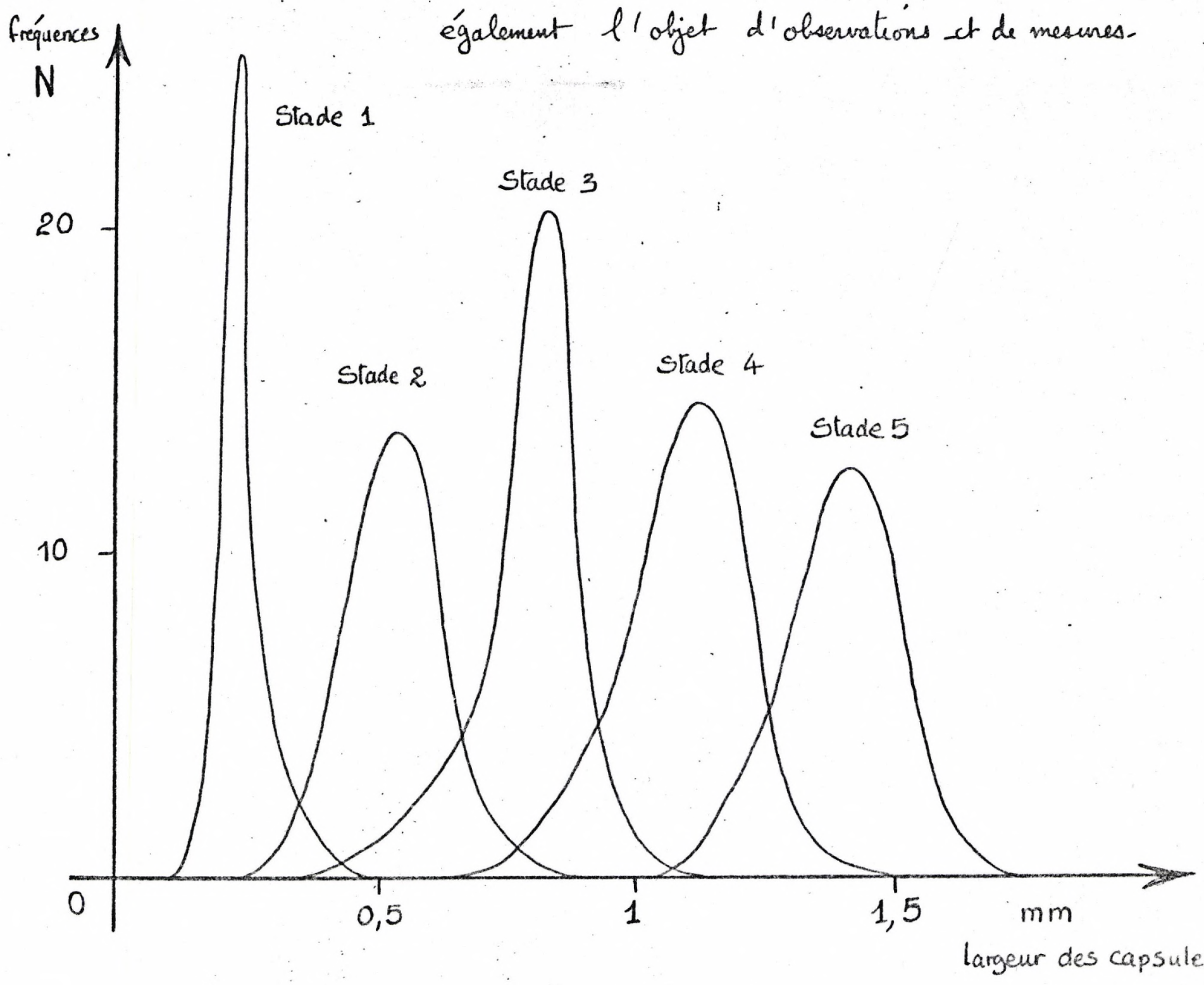

L'ensemble des résultats sera présenté dans une note en cours de rédaction.

## ④ - ÉTUDES DU DÉVELOPPEMENT ET DE LA MORPHOLOGIE

Quelques indications sur la morphologie générale de la pyrale aux divers stades ont été publiées dans le Bull. Inf. Rizic. Fr., 139, p. 11-19 (tiré à part ci-joint).

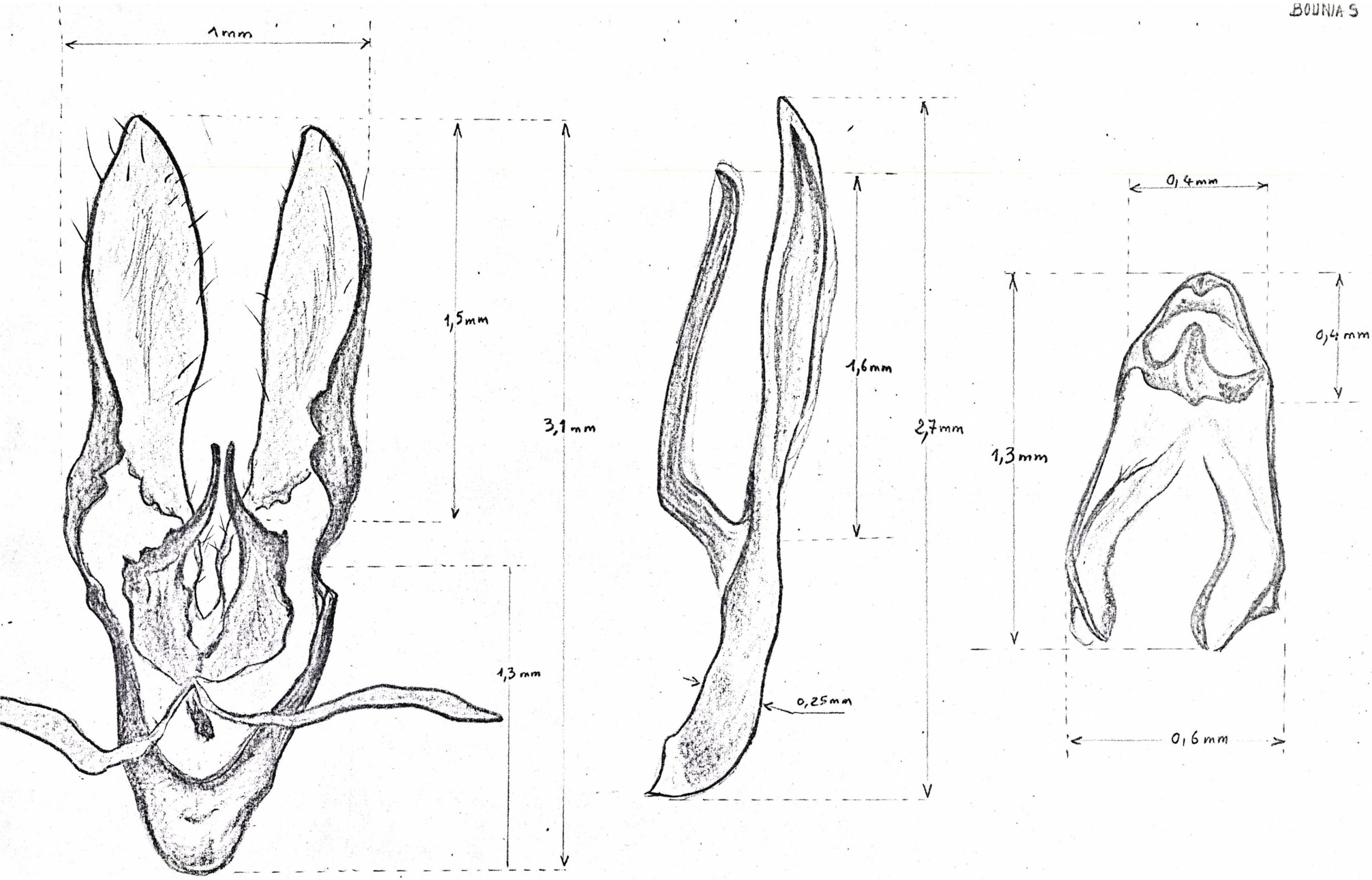
Une étude de l'influence de la température sur le développement des chenilles est en cours. Les observations portent sur la durée de chaque stade larvaire, leur nombre, la taille des chenilles et celle des capsules céphaliques. Les chrysalides et les adultes feront également l'objet de mesures.

Le graphique ci-dessous donne un résultat préliminaire illustrant la distribution des tailles de capsules aux divers stades (Elevage à 25°c) - L'influence du type de milieu artificiel a fait également l'objet d'observations et de mesures.



Les résultats complets de ces expériences seront présentés dans une note particulière -

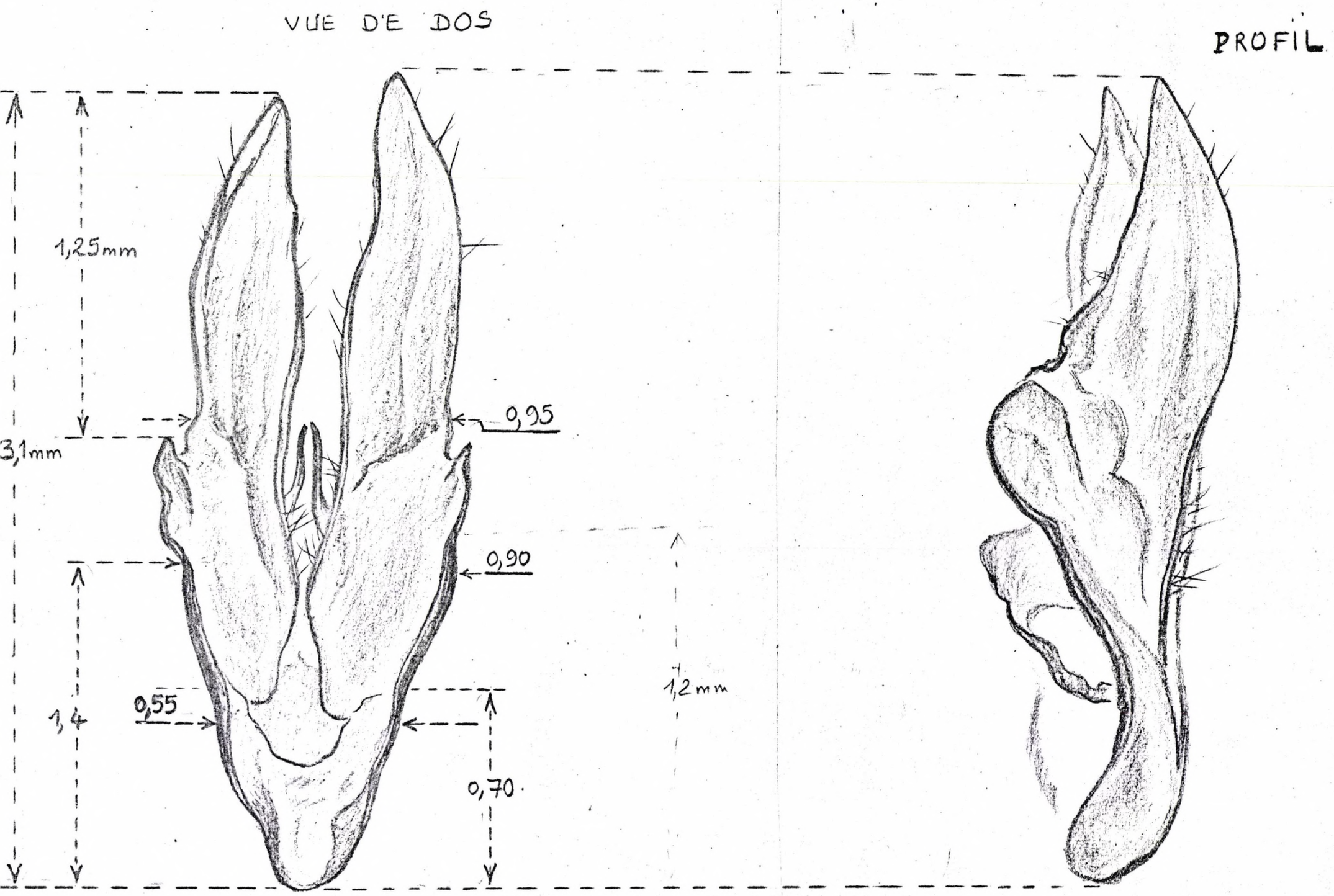
D'autres observations sont en cours, en particulier pour ce qui concerne les génitalia, en vue de contribuer à améliorer l'identification des insectes piégés dans la nature - (Graphiques ci joints: premières observations sur matériel frais) -



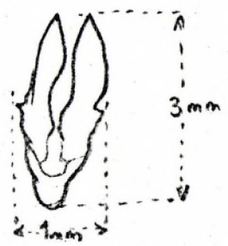

Echelle: 0 — 0,5 — 1 mm

Chilo suppressalis WALKER

♂ Genitalia - (sans étalement : aspect naturel) -



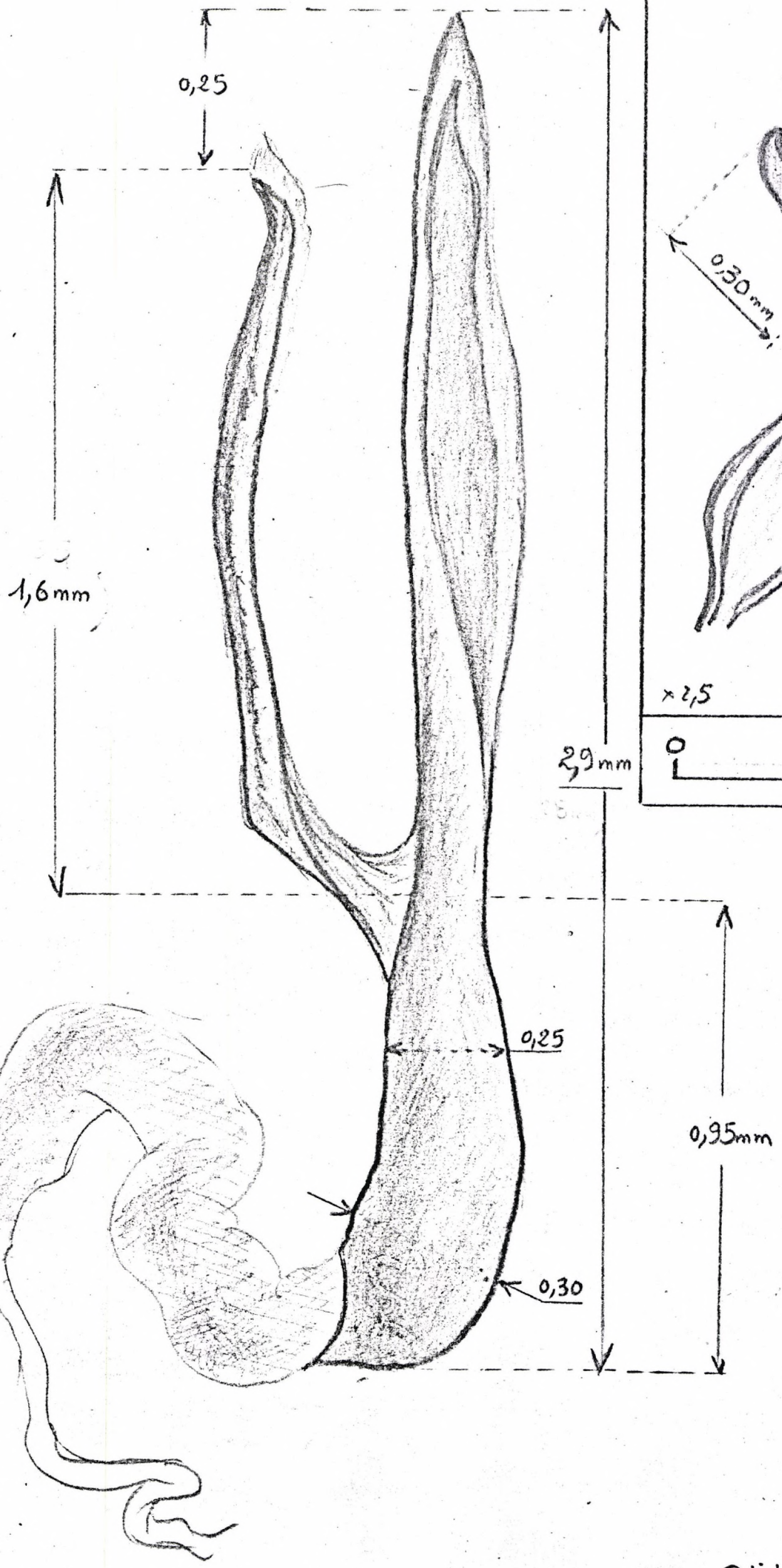

Chilo suppressalis WALKER
♂ Genilalia (position naturelle)

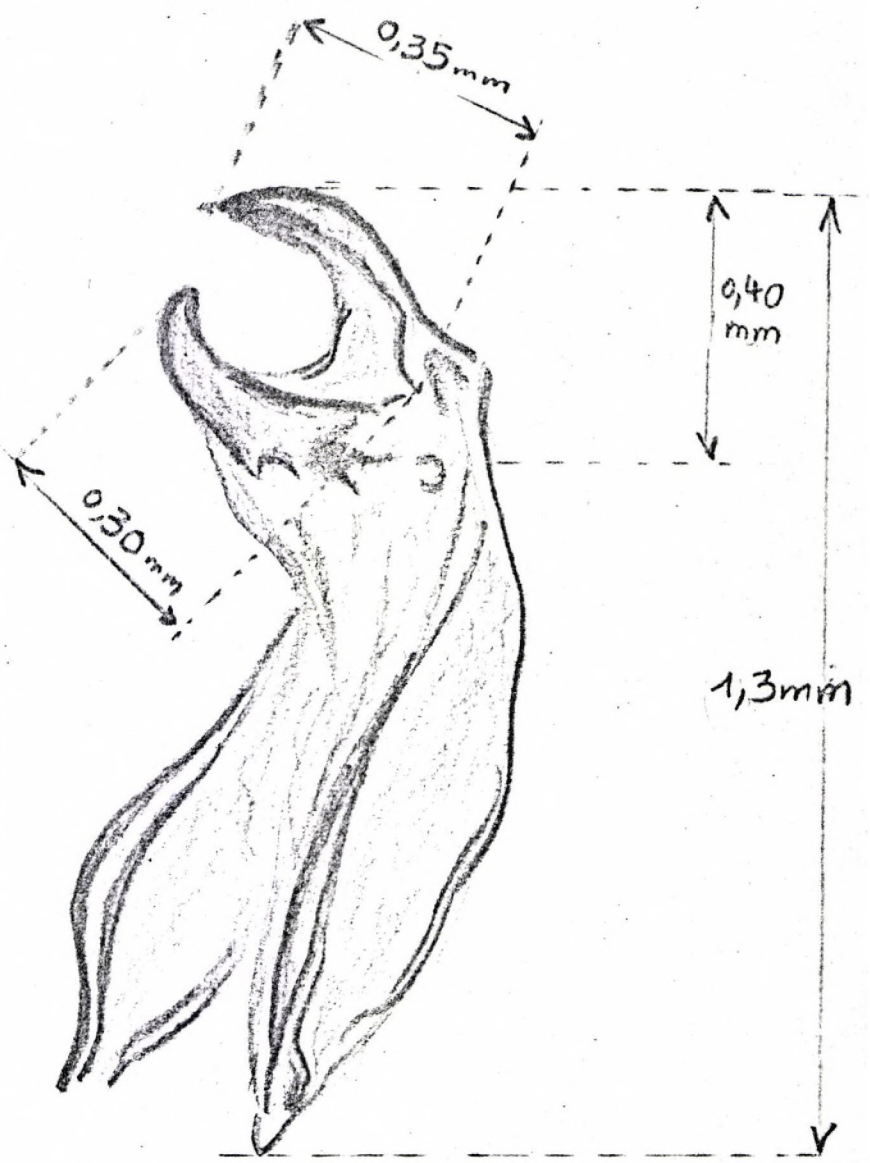



Echelle:

0 0,5 1 mm

BOUNIAS (7)




Echelle :
0 1mm

Echelle :
0 0,5 1mm

Chilo suppressalis Walker

♂ - Genitalia - (II)

(Lépidoptère - Pyralidae - Crambinae)

BOUNIAS

# BILAN D'UNE PREMIÈRE CONFRONTATION AVEC LE PROBLÈME DE LA PYRALE DU RIZ EN CAMARGUE (Chilo suppressalis WLK., Lépid. Pyralidae)

M. BOUNIAS (Station de Zoologie, INRA-Montfavet)

## INTRODUCTION

La pyrale du riz (C. suppressalis, WLK.) est surtout connue des systématiciens par les travaux de BLESZYNSKI (1965)(653), mais c'est comme ravageur des rizières orientales qu'elle a donné lieu à de très nombreuses publications (11 pt). Sa présence en France n'est signalée que depuis 1970, par DUFAY( ), mais les premiers dégâts aux récoltes de riz ont été mentionnés peu après (GRILLARD et SEGUY, 1972)( )

Les observations que nous rapportons ici sont le résultat de 8 mois de contact avec le problème de C. suppressalis en Camargue -

## ① . LA RIZICULTURE EN CAMARGUE

a) Le Cycle du Riz - En moyenne, les diverses étapes de la riziculture peuvent se décomposer ainsi :

| Dates moyennes. | observations |
|---|---|
| A partir du 10 au 20 Avril ... | "Mise en eau" des rizières |
| Du 25 Avril au 5 Mai ... | Semis |
| Du 20 au 25 Mai .... | Stade 3 feuilles. Traitements herbicides (2-4-5-T.P.) |
| Du 10 au 15 Juin .... | Tallage |
| Après la mi-juin ..... | Début des différences entre variétés |
| Fin Juin (précoces) } ... 10-15-Juillet (tardifs) } | Montaison { précoces / tardifs |
| à partir du 25 Juillet } .... à partir du 25 Aout } | Epiaison { précoces / tardifs |
| Fin Août (durée 5 semaines) } Fin Octobre (durée 2 mois) } | Maturation { précoces / tardifs - |

b) Les variétés cultivées. Les 5 principales variétés de riz cultivées en Camargue sont les suivantes :

| Variétés | Caractéristiques - |
|---|---|
| Cigalon . . . . . | précoce |
| Delta . . . . . | précoce - grains longs - (1ère attaque) |
| Arlésienne . . . . | Demi précoce - |
| Eurybé . . . . . | Demi tardif - Gr. longs (attaques maxi) |
| Balilla . . . . . | Tardif - Gr. ronds . |

Les superficies de riz actuellement cultivés oscillent entre 15000 et 20000 ha mais tendent à régresser régulièrement depuis 5 à 6 ans.

c) Les rendements

En 1968, sur 23 987 ha de rizières, la production était de 82 980 tonnes, soit 3,46 tonnes / ha - Les variétés Balilla et Eurybé viennent en tête de la production, suivies par Cigalon et Delta -

Les rendements peuvent atteindre actuellement 4,9 Tg / ha, mais ils sont soumis à de nombreux facteurs (en particulier climatiques) qui provoquent d'importantes variations - Le rendement à l'usinage des grains entre en ligne de compte et dépend, en particulier de l'influence du vent ou de l'humidité au moment de la maturation des grains -

## (2) ETUDE DES CHENILLES HIVERNANTES

En Octobre 1972, le cycle annuel de la Pyrale (vraisemblablement 2 générations) était achevé et dans les rizières ne subsistaient que les larves prêtes à hiverner.

a) Dénombrement des chenilles dans les tiges. Un millier de tiges ont été ouvertes afin de compter les chenilles présentes et de déterminer leur position dans la plante. Quelques résultats partiels sont indiqués ci dessous. (Riz semé)

| Période | Echantillon | Taux d'attaque | Nombre de chenilles par tige |
|---|---|---|---|
| octobre 1971 | N = 200 | 86,5 % | 1,4 |
| Février 1972 | N = 280 | 57,5 % * | 0,28 |
| Printemps 1972 | N = 100 | 46 % * | 0,04 |

Le nombre moyen de chenilles (N) par tiges à l'automne 1971 est fonction de la proportion d'attaque (A) : $\log(10N) \simeq 0{,}02\,A - 0{,}5$.

* - Les comptages tardifs font apparaître des taux d'attaques moins élevés car le sol des rizières les plus attaquées avait été retourné trop tôt.

A la fin de l'hiver, les chenilles tendant à se raréfier.

b) Développement au laboratoire des chenilles hivernantes récoltées dans la Nature.

Quelques uns des résultats concernant deux types d'expériences sont indiqués sous forme de tableaux :

• Nutrition des larves hivernantes.

Les résultats ci-dessous concernent des lots de larves récoltées respectivement en octobre 71 et en février 72 sans que des différences puissent être mises en évidence entre les deux. Une partie des chenille a été placée dans des boites à nymphose contenant du milieu nutritif et les autres dans des boites

ne contenant pas de milieu -

| Période de récolte | Conditionnement | N | Nourris-sement | Chrysalides | Papillons |
|---|---|---|---|---|---|
| Oct. 71 | Milieu Nutritif | 26 | 0 | 23 | 18 |
| " " | Sans Milieu | 42 | - | 27 | 26 |
| Février 72 | Milieu Nutritif | 21 | 0 | 21 | 20 |
| " " | Sans Milieu | 20 | - | 17 | 16 |

Les larves n'ont jamais attaqué le milieu nutritif qui leur était offert, ce qui tend à montrer que l'alimentation n'est plus nécessaires dès le début d'hivernation - Par contre, l'humidité maintenue par le milieu gélosé est certainement favorable à la nymphose - Les larves récoltées en Février paraissent moins sensible à ce phénomène -

• Evolution en fonction de la température - Deux lots de chenilles récoltées en Février 1972 ont été placés respectivement à 21°c et à 25°c en salles conditionnées (70 % humidité relative) - Le tableau ci-dessous traduit la vitesse de nymphose et d'éclosion des papillons - N=40 chenille par série -

| Durée du conditionnement | Conditionnement à 25°c | | Conditionnement à 21°c | |
|---|---|---|---|---|
| | chrysalides | Papillons | chrysalides | papillons |
| 5 jours . . . | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 11 j . . . . . | 12 | 0 | 3 | 0 |
| 14 j . . . . . | 19 | 3 | 18 | 0 |
| 18 j . . . . . | 25 | 11 | 33 | 0 |
| 21 j . . . . . | 29 | 14 | 34 | 0 |
| 25 j . . . . . | 32 | 21 | 34 | 11 |
| 28 j . . . . . | 34 | 28 | 36 | 26 |
| 150 j . . . . . | 37 | 32 | 37 | 33 |
| Nb de chenilles : | 40 | | 40 | |

La température n'a pas d'influence sur la proportion finale de nymphose ni d'éclosions, mais la sortie des adultes est retardée à 21°c par rapport à 25°c -

## c) Développement à l'extérieur de la Station de larves récoltées en Fév. 72 et maintenues dans leurs tiges -

Une centaines de tiges ont été placées à l'air libre, racines enterrées, à l'extérieur de la station, fin février 1972 - La plupart ont été recouvertes par des cages en grillage fin pour éviter d'éventuelles fuites - Plusieurs lots ont été placés au même endroit, mais dans des boites à nymphose -

Les principaux résultats sont indiqués ci-dessous :

| Dates | Nombre de tiges examinées | chenilles hivernantes | chrysalides formées | papillons sortis |
|---|---|---|---|---|
| 28/2/73 | mise en place | - | - | - |
| 22/3/73 | N=10 | 25 | 0 | 0 |
| 20/4/73 | N=23 | 23 | 05 | 0 |
| 27/4/73 | N=19 | 10 | 11 | 0 |
| 2/6/73* | N=33 | 11 | 9 | 4 |

* tiges non encagées -

## d) répartition des chenilles hivernantes dans les tiges

La figure ci dessous indique la distribution des chenilles à l'intérieur des chaumes de riz, pendant l'automne 1971 (N=175 tiges)

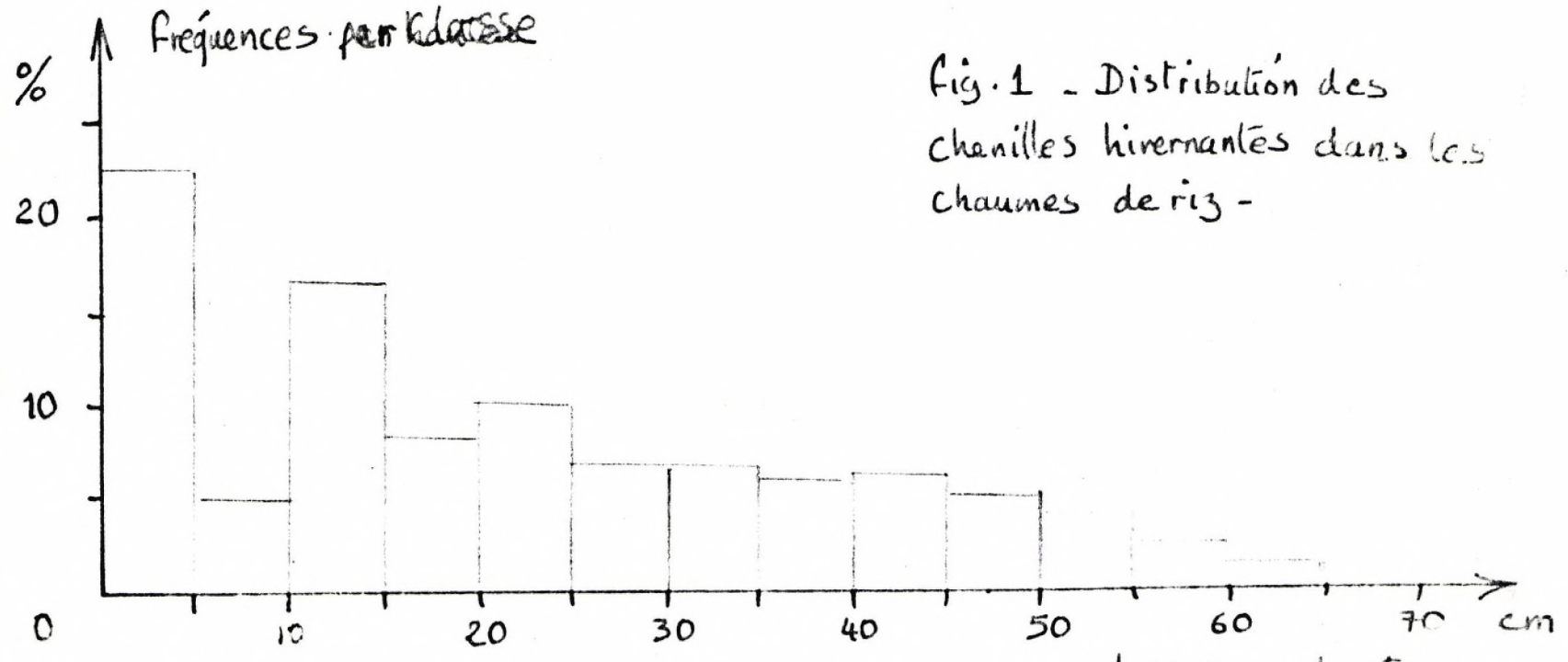



Fig. 1 - Distribution des chenilles hivernantes dans les chaumes de riz -

Les chenilles sont le plus souvent rassemblées au collet de la tige -

## e) Quelques observations sur le comportement des chenilles hivernantes.

### • Effets de l'immersion partielle des tiges

Deux lots de tiges contenant des larves hivernantes ont été immergés respectivement à 20 et 35 cm. Le tableau ci dessous montre que les chenilles ont eu tendance à se hisser au dessus du niveau de l'eau. Certaines sont d'ailleurs mortes pour n'avoir pu s'échapper, soit au passage de nœuds, soit après être restées bloquées en voulant sortir par les orifices de pénétration

| Classes en hauteurs (cm) | Fréquences Témoins | Fréquences sous immersion 20 cm | | Fréquences immersion 30 cm | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | partie immergeé | partie aérienne | partie immergeé | partie aérienne |
| 0 - 5 | 22,6 % | 6,2 % | -0- | 0 | -0- |
| 5 -10 | 4,2 % | 3,1 % | -0- | 0 | -0- |
| 10-15 | 16,8 % | 3,1 % | -0- | 12 % | -0- |
| 15-20 | 7,6 % | 0 | -0- | 4 % | -0- |
| 20-25 | 9,2 % | eau ↑ — | 9,4 % | 0 | -0- |
| 25-30 | 5,9 % | — | 22 % | 4 % | -0- |
| 30-35 | 6,7 % | - | 6,2 % | eau ↑ | |
| 35-40 | 6,7 % | - | 12,5 % | - | 24 % |
| 40-45 | 6,7 % | - | 18,7 % | - | 28 % |
| 45-50 | 5 % | - | 6,2 % | - | 16 % |
| 50-55 | 4,2 % | | 9,4 % | | 4 % |
| 55-60 | 2,5 % | | 3,1 % | | 4 % |
| 60-65 | 1,6 % | | | | 4 % |
| 65-70 | 0 | | | | |
| T | | 12,4 % | 88,5 % | 20 % | 80 % |

• Préparation de l'éclosion future du papillon - Avant de subir la nymphose, les larves organisent la sortie future du papillon : elles percent d'abord un orifice de 3mm de diamètre environ un peu au dessus de l'emplacement de la tête de la chrysalide, puis elles tissent un bouchon de soie qui rend le trou invisible de l'extérieur et enfin, disposent une glissière également tissée, qui permettra au papillon d'avoir la tête guidée automatiquement vers l'orifice de sortie qu'il débouchera au moyen de secrétions enzymatiques (Fig 2) - Ce dispositif se trouve souvent sous un noeud de la tige -

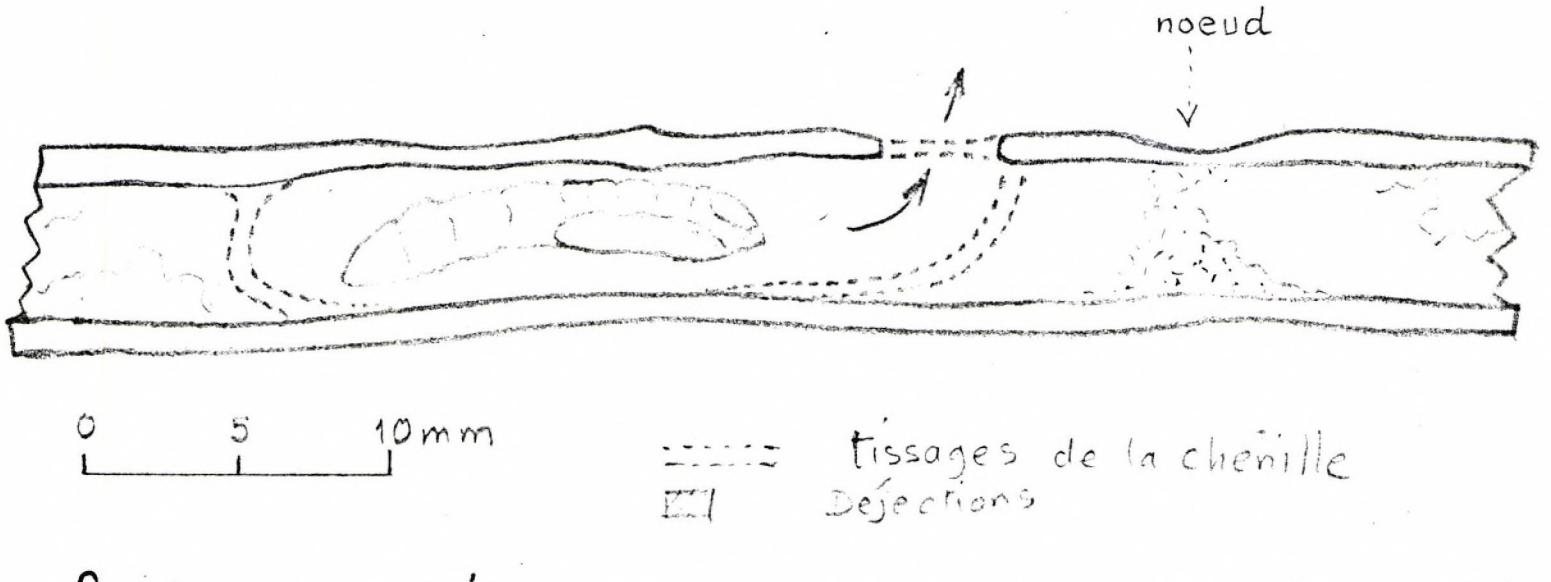



Fig-2- Dispositif permettant au papillon de quitter la tige après "éclosion" (vue en coupe)-

Les larves en élevage sur milieu artificiel sont placées, peu avant la nymphose, dans des boîtes garnies de lanières de papier ondulé imitant le creux d'une tige - Comme dans la nature, elles percent l'orifice qu'elles obturent ensuite et ferment à l'aide de bouchons de soie les orifices des gaines de papier que le papillon n'utilisera pas pour sortir après son éclosion : dans ce cas, le comportement acquis dans la nature se retrouve au laboratoire : cependant, les glissières ne sont pas aussi caractéristiques dans le carton ondulé -

## • Chute de population dans les rizières avant la nymphose

Dans la première quinzaine de Mars 1972 en de nombreux endroits, les populations de chenilles hivernantes ont brutalement diminué.

Grace à un plan de travail établi en coordination avec l'ITCF, des comptages ont été effectué aussitôt :

- Le 2 Mars : moins de 1 chenille par tige en rizières
  environ 1 chenille par tige dans les phragmites
  présence de chenilles dans les plants de Typha.
  - [ Certains riziculteurs sont alors décidés à brûler les "levadons" en présence de "Gas-Oil". ]
- Le 14 Mars : Confirmation de la disparition des chenilles (surtout entre le 1er et le 8 mars, avec confirmation par les observations de certains riziculteurs ( M. ROUSSEAU )).

Recherche systématique des chenilles : 6 tranchées de 50 cm de profondeur et 1 m² de surface creusées dans les levadons et le sol des rizières n'ont pas révélé la présence de C. suppressalis, cependant que de nombreux autres insectes sont présents jusqu'à 10 cm environ, dans les poches d'humus principalement. Dans les roseaux, seules des colonies de fourmis sont présentes au collet. Des larves de Pyrales subsistent seulement au Mas de la Fosse dans les roseaux et Typha (alors que la population dans les chaumes de riz y était considérable) et au mas de la Reyranglade, seul endroit où la répartition des populations a peu évolué.
Enfin, au Mas des Aubépines, un groupe de larves très mobiles a été découvert sous une large pierre plate.

— Après les labours ou le passage des roues cages, dans les zones à forte population, quelques chenilles intactes subsistent (une p... à 10 m²) [ 3 tranchées de 25 cm de profondeur et 1,5 m² de surface ... creusées ].

15 Mars - Présence de nombreuses chenilles dans les roseaux au Mas de la Reyranglade - (1 larve pour 5 phragmites, à raison de 100 à 500 tiges/m²)

16 Mars - Des observations sont effectuées au Mas du Pont de Lucas où la population atteignait auparavant : 300 à 400 larves par m². Après passage de "Teeler" dans les izières, il subsiste 1 larve pour 120 tiges -

- 12 tranchées ouvertes dans les levadons ne permettent de trouver aucune larve de pyrale enfouie - (1 m³ de terre chaque fois)

17 Mars - Nous effectuons une série de comptages au Mas de la Reyranglade : depuis le 14 et le 15, la chute de population a atteint cet endroit - Dans les roseaux nous retrouvons au maximum 1 larve pour 20 tiges sur un levadon exposé au ~~Sud~~ et aucune ailleurs - Dans le riz, à l'exception d'un foyer isolé de chenilles (12) dans un groupe de tiges restées intactes au bord d'un chemin, nous trouvons : côté nord 1 chenille pour 32 tiges
côté sud : chenilles différentes de Chilo

Remarques - - Dans le sol encore détrempé par les pluies des jours précédents pullulent des grenouilles (Rana esculenta) - Nous en avons capturé une dizaine qui, introduites en vivariums garnis de plantes du sol des izières, se sont montrées friandes de larves de pyrales - Interrogés à ce sujet, certains riziculteurs affirment avoir vu l'année précédente des grenouilles venir happer les papillons le soir, au bord des fenêtres -

- D'un autre point de vue, des vols de passereaux, de corneilles et même des mouettes ont abondé sur les izières : corneilles et passereaux sont restés jusqu'en janvier et des tiges dilacérées ont été observées après leur passage -

En conclusion, il semble plausible que les chenilles aient voulu quitter les rizières (peut-être trop humides) avant la nymphose et qu'elles aient été alors décimées par les prédateurs, et peut-être d'autres agents tels que des moisissures.

## ② PROBLÈMES CONCERNANT LA LUTTE

### A - Réunions de Travail -

Les problèmes écologiques et économiques soulevés par la présence de C. suppressalis en Camargue ont été abordés au cours d'une réunion qui s'est tenue le 22 Février 1972 au Sambuc, dans les locaux du centre CNRS d'Ecologie de Camargue. Résumons les discussions :

- bilan des attaques (variétés, localisation axe N-O ↔ S-E)
- Estimation des dégats : très difficile (estimation moyenne : - 4 %)
- Comparaison à la situation en Espagne (traitements polyvalents) et au Portugal (pas de traitements)
- Influence du Semis : peu de pyrales sur semis réussis, et inversement.
- Périodes de traitements de lutte : en 1ère Génération : Juillet - La 2e génération est peu accessible, donc peu vulnérable - (traitements à effectuer entre le 15 juin et le 15 juillet) -
- Efficacité du lindane mais toxicité excessive - Problème de la surverse d'eau : risques de concentration élevée en pesticides dans les rejets vers l'étang -

Au cours d'une réunion tenue le à la Maison de l'Agriculture, à Arles, avec la Profession, nous avons tenté de dissuader les riziculteurs d'organiser des traitements généralisés et synchronisés par avion. Les principales objections sont : l'étalement des sorties de papillons, les inconvénients du vent (très fréquent) et la toxicité des produits envisagés (parathion) qui n'exclut pas les phénomènes de résistance des insectes - Enfin, le traitements risquent de déclencher la pullulation de Sesamia par destruction de ses ennemis naturels -

Le 21 Mars 1972 s'est tenue à Montfavet (INRA, station de zoologie) une réunion concernant la Pyrale du Maïs - La possibilité d'une action commune avec la Pyrale du Riz a été évoquée - Cependant, le cas du maïs (avec de larges cornets de feuilles) est différent de celui du riz - À noter que C. suppressalis est parfois observé sur le maïs -

## B- Examen des Pesticides utilisables

De très nombreux contacts avec les représentants des fabricants de pesticides chimiques nous ont amené à faire quelques remarques :

- La plupart des produits organo phosphorés et tous les organo-chlorés semblent devoir être exclus, à cause de leur toxicité à l'égard de la faune - Très peu de documents sur les tests d'innocuité ont pu nous être communiqués.

- La firme Bayer a retiré, sur nos conseils, le fenthion (très toxique) de la vente et l'a remplacé par un mélange de fénitrothion (à 50%) et de trichlorfon (à 80%), moins dangereux - Le fenthion est largement employé en Espagne dont l'exemple n'est certainement pas à suivre à beaucoup d'égards -

- La Chlorphénamidine (noyau formamidine) paraît constituer l'un des instruments de lutte les plus sérieux - Un important dossier sur les tests d'innocuité permet de penser que ce composé est relativement moins toxique que ses concurrents, pour une efficacité au moins égale et aucun cas de résistance signalé jusqu'ici -

- La "Bacto Spéine", toxine extraite du B. thuringiensis constitue sans doute la solution d'avenir, grâce à son étroite spécificité (innocuité totale à l'égard des autres animaux) - Nos propres essais ont montré que des doses de 0,5 à 1% (à 2000 u.A./mg) sont très efficaces sur les larves en élevage - ( )

Divers protocoles expérimentaux ont été mis sur pieds pour evaluer l'efficacité de divers produits - Ces essais n'ont conduit à aucun résultat exploitable, les attaques de pyrales ayant été trop faibles en 1972 par rapport à 1971, ce que pouvait, du reste, laisser prévoir la bibliographie ( )( ) -

## C - Incidence d'autres traitements - Pollutions -

Les rizières sont en danger réel sur le plan Zoologique, à cause des pollutions par les pesticides : traitements systématiques au Lindane contre les larves de Chironomes au printemps, contre les algues au moyen de sels de plomb ou d'Etain (interdits), traitements herbicides qui, au demeurant, risquent de favoriser les pullulations de pyrales ( ) -

Des témoignages que nous avons recueillis, il ressort que de nombreux animaux ( poissons et grenouilles, libellules ) sont sévèrement touchés par les pesticides : Les carpes et les batraciens, encore très abondants il y a 5 ans se raréfient dangereusement (autrefois, les carpes causaient même des dégats mécaniques au cours de leur fraie - Elles ont pratiquement disparu au cours des dernières années ) - Certains rizi culteurs ont observé, par ailleurs des hécatombes de libellules -

Depuis la disparition des poissons et grenouilles, certains vers (oligocètes) se sont mis à -pulluler dans les rizières - Des conséquences plus graves sont malheureusement à craindre -

## D- Piégeages lumineux -

Un réseau de pièges a été mis en place en 8 points de la Camargue - Ces pièges électriques commandées par un interupteur horaire émettent des rayons ultra violets la nuit -

Au début de la période des vols, de nombreux papillons captures ressemblent aux pyrales : l'examen des genitalia permet de les distinguer - Nous avons donc étudié avec précision la morphologie de ces organes chez les papillons (fig. 3)

Il ne semble pas que des avantages importants puissent être tirés du piégeage lumineux dans la lutte contre la pyrale du riz - Le Piégeage Sexuel doit être plus efficace car plus sélectif : ce procédé a été mis en oeuvre par l'équipe actuellement chargée d'étudier la Pyrale du Riz -

## CONCLUSION

Après quelques mois de confrontation avec le problème de la Pyrale du Riz, l'un des éléments les plus frappants nous a paru être la difficulté d'estimer les dégats (des rendements de 6,5 t/ha ont été notés avec une verse totale) - L'étalement des vols rend difficile la lutte chimique également néfaste par ses effets secondaires - La toxine du B. thuringiensis sera longue à entrer en application et la lutte biologique doit nécessiter de nombreux travaux préalables d'écologie - Les pratiques culturales (labour puis immersion) semblent relativement efficaces et, de plus, les infestations par la Pyrale sont soumises aux décalages entre la végétation et le cycle de l'insecte (ainsi que d'autres facteurs qui limitent les populations naturellement) - Ce décalage dépend largement des variétés

de riz concernées - Dans un proche avenir, l'accent mériterait d'être mis sur les observations concernant la résistance variétale -

# INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE SUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA PYRALE DU RIZ (Chilo suppressalis WALKER, Lépid. Pyralidae) EN ÉLEVAGE SUR MILIEU ARTIFICIEL.

Michel BOUNIAS

(Station de Zoologie - INRA - Montfavet)

- Projet de Publication -

## INTRODUCTION -

Peu après son apparition en Camargue (DUFAY, 1970)(2), la Pyrale du Riz : Chilo suppressalis WALKER a causé certains dégats dans les rizières (GRILLARD et SEGUY, 1972)(4). Son étude a été entreprise à la Station de Zoologie de l'INRA, à Montfavet, où une technique d'élevage de l'insecte sur milieu artificiel a été mise au point (GUENNELON, G. et SORIA, F, 1973)(6)

La température paraît jouer un rôle important dans le développement de ce ravageur d'origine Orientale, et la bibliographie (BOUNIAS, 1972)(1) montre que tous les stades de croissance y sont sensibles dans la nature : ainsi, le seuil de développement serait de 10 à 12°c pour les œufs (HARUKAWA et al., 1931)(7-8) de 15°c pour les larves (GOMEZ-CLEMENTE, 1948)(5) et de 10°c pour les chrysalides (MIYASHITA, 1963)(9).

La vitesse de croissance peut avoir une incidence capitale sur les dégâts causés aux récoltes, du fait des décalages possibles par rapport du développement du riz : il était donc important d'en connaître les variations en fonction de la température. Pour une meilleure détermination des paramètres expérimentaux, cette étude a été réalisée sur des insectes élevés en salles climatisées sur milieu artificiel, dans des conditions précises.

# ① MATÉRIEL ET MÉTHODES -

- La souche de C. suppressalis provenant d'insecte récoltés en Camargue en 1971 a été multipliée au laboratoire pendant 7 générations.

- Le milieu d'élevage est composé de la façon suivante (6) :

| | | | |
|---|---|---|---|
| eau . . . . . | 150 cm³ | Acide ascorbique . . . . . | 1 g |
| Agar-agar . . . . . | 4 g | Acide Benzoïque . . . . . | 0,35 g |
| Semoule de Maïs . . . | 28 g | Nipagine . . . . . | 0,35 g |
| Germes de Blé . . . | 7 g | Auréomycine . . . . . | 0,05 g |
| Levure de Bière . . . | 7,5 g | | |

- Les insectes sont placés isolément dans des boîtes cylindriques en plastique de 3 cm Ø x 1 cm hauteur contenant un cube de 1 g de milieu environ - Ce milieu est renouvelé environ 1 fois par semaine -

- Les chambres climatisées maintiennent les conditions suivantes :

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| température : | 15°c | 18°c | 21°c | 25°c | 29°c | ± 5% |
| Photopériode : | 16ᴴ | 16ᴴ | 16ᴴ | 16ᴴ | 16ᴴ | |
| hygrométrie : | illegible | illegible | illegible | illegible | illegible | |

- Les pesées ont lieu sur une balance Mettler type H 20 T ($10^{-2}$ mg)

- Les boîtes sont observées chaque jour, la longueur du corps des chenilles est notée et lors des mues, les capsules céphaliques sont recueillies : elles sont ensuite mesurées à l'aide d'un microscope binoculaire ZEISS (Grandissement micrométrique : 41 divisions → 1 mm).

- Pour chaque température, 60 larves ont été suivies à raison de trois lots de 20, soit au total : 300 larves -

- Une analyse statistique plus approfondie de l'ensemble des mesures est en cours (analyses de variances à plusieurs facteurs contrôlés avec intéractions, corrélations et régressions etc...). Les résultats feront prochainement l'objet d'une publication -

# ② RÉSULTATS.

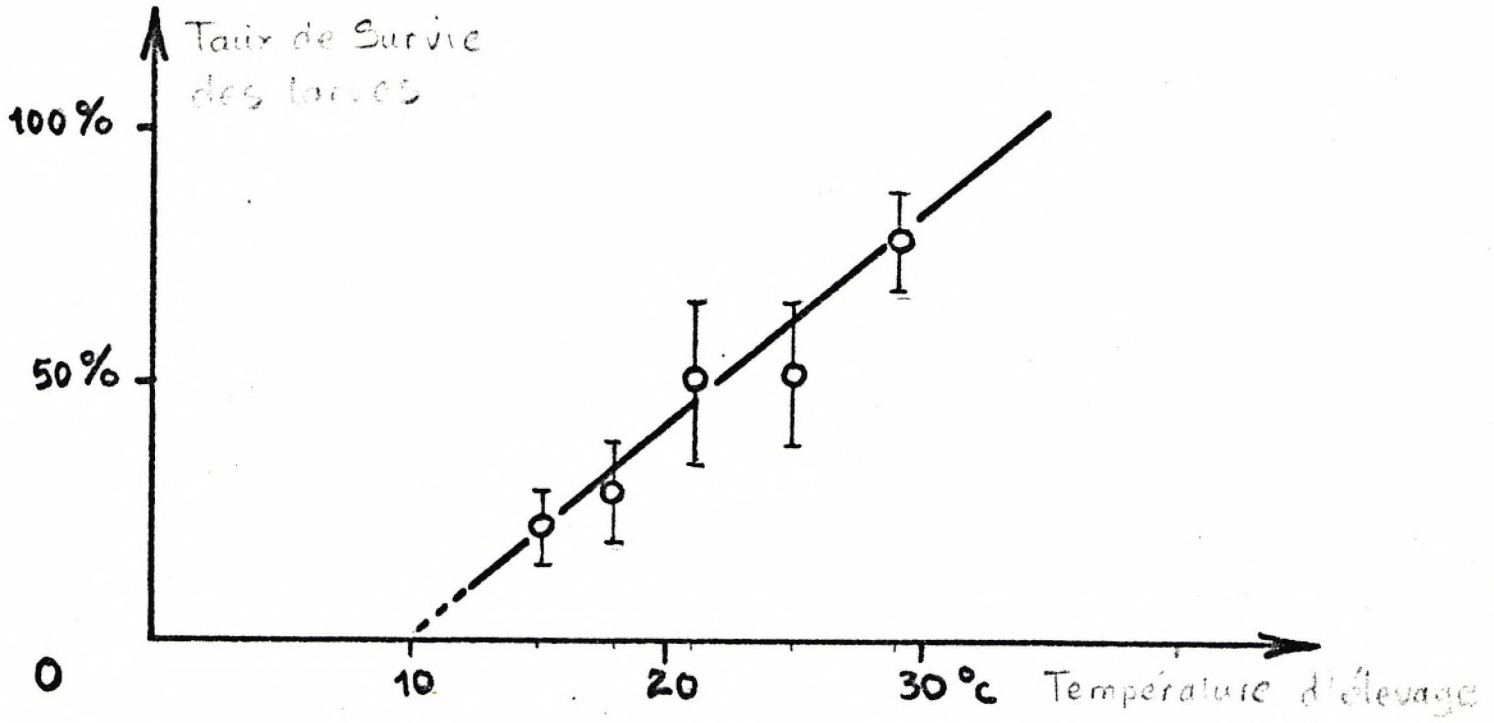
## A- EVOLUTION LARVAIRE

a) Les Stades Larvaires - Pour chaque température, deux groupes de larves peuvent être distingués par le nombre de stades atteint :

| Groupes | 29°c | 25°c | 21°c | 18°c | 15°c |
|---|---|---|---|---|---|
| Nb de St. Groupe 1 | 7 | 6 | 6 | 6 | 5 |
| Nb de St. Groupe 2. | 8 | 7 | 7 | 7 | 6-7 |

Ces différences sont constantes malgré l'élévation du nombre de stades à température élevée - La distinction paraît n'avoir aucun rapport avec le sexe -

La fig 1, ci dessous, traduit le bilan de mortalité des chenilles en fonction des températures d'élevage - (N=60)




La survie augmente linéairement avec la température et l'extrapolation de la courbe indique un seuil de 10°C, ce qui coïncide aussi bien avec les observations dans la nature (7-8)

fig. 1- Evolution du taux de survie des chenilles de C. suppressalis en fonction de la température d'Elevage -

b) Durée des Stades Larvaires - Le tableau ci dessous traduit l'intervalle de temps séparant chaque mue en fonction de la Température d'élevage - Les résultats sont présentés par groupes offrant le même nombre de stades (2 groupes pour chaque température) - [durées exprimées en jours]

| température | Durée stade 1 (j) | st. 2 | st. 3 | st. 4 | st. 5 | st. 6 | st. 7 | st. 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 29° (1) | 6,3 | 3,8 | 5,2 | 4,5 | 6,2 | 9,8 | 23,8 | - |
| 29° (2) | 7,2 | 4,1 | 4,1 | 3,8 | 4,4 | 6,2 | 9,8 | 16,9 |
| 25° (1) | 6,4 | 3,7 | 4,1 | 3,2 | 5,2 | 19,8 | - | |
| 25° (2) | 8,7 | 6,6 | 3,4 | 3,9 | 4,0 | 7,1 | 19,1 | |
| 21° (1) | 10,9 | 6,9 | 5,0 | 5,0 | 6,3 | 32 | - | |
| 21° (2) | 13,6 | 6,1 | 3,7 | 5,1 | 5,6 | 9,4 | 27,8 | |
| 18° (1) | 15,1 | 4,8 | 7,6 | 8,3 | 6,0 | 47,7 | | |
| 18° (2) | 14,2 | 8,0 | 8,1 | 5,7 | 5,9 | 10,6 | 39,2 | |
| 15° (1) | 29,2 | 8,4 | 9,2 | 1,04 | $\geqslant 15$ * | - | | |
| 15° (2) | 23,9 | 11,9 | 8,2 | 9,0 | 11 | $\geqslant 9,4$ | $\geqslant 10$ * | |

Intervalles de confiance : ± 20% en moyenne (valeur relative)

* un incident technique n'a pas permis d'établir avec certitude la durée des derniers stades à 15°C (alors que la nymphose était en préparation) -

Il apparait nettement que la durée des stades extrêmes tend à augmenter en fonction inverse de la température - Le premier et le dernier stade larvaires sont toujours plus longs que les autres.

La durée totale de l'évolution larvaire est, en définitive, la plus courte à 25°C, comme le montre le bilan suivant :

| Température d'élevage : | 29° | 25° | 21° | 18° |
|---|---|---|---|---|
| Durée d'évolution larvaire (jours) : | | | | |
| Groupe 1. . . . . | 59,6 | 42,4 | 66,1 | 89,5 |
| Groupe 2 . . . . . | 57,5 | 52,8 | 71,3 | 91,7 |

L'optimum de vitesse de croissance doit se situer entre 25 et 29°c

c) Dimensions des Capsules céphaliques - Quatre critères ont été retenus pour les mesures de taille des capsules céphaliques - La disposition exacte des éléments mesurés est explicitée sur les figures jointes en annexe (Hors Texte) - Il s'agit essentiellement des paramètres suivants : (a) = largeur totale de la capsule

(b) = longueur des lobes pariétaux

(c) = largeur de l'orifice face ventrale

(h) = hauteur de la plaque triangulaire frontale -

Ces différents critères sont reliés entre eux par des relations dont l'étude statistique approfondie est en cours - Les fig 2 et 3 traduisent les liens existant entre (a), (b) et (h) -

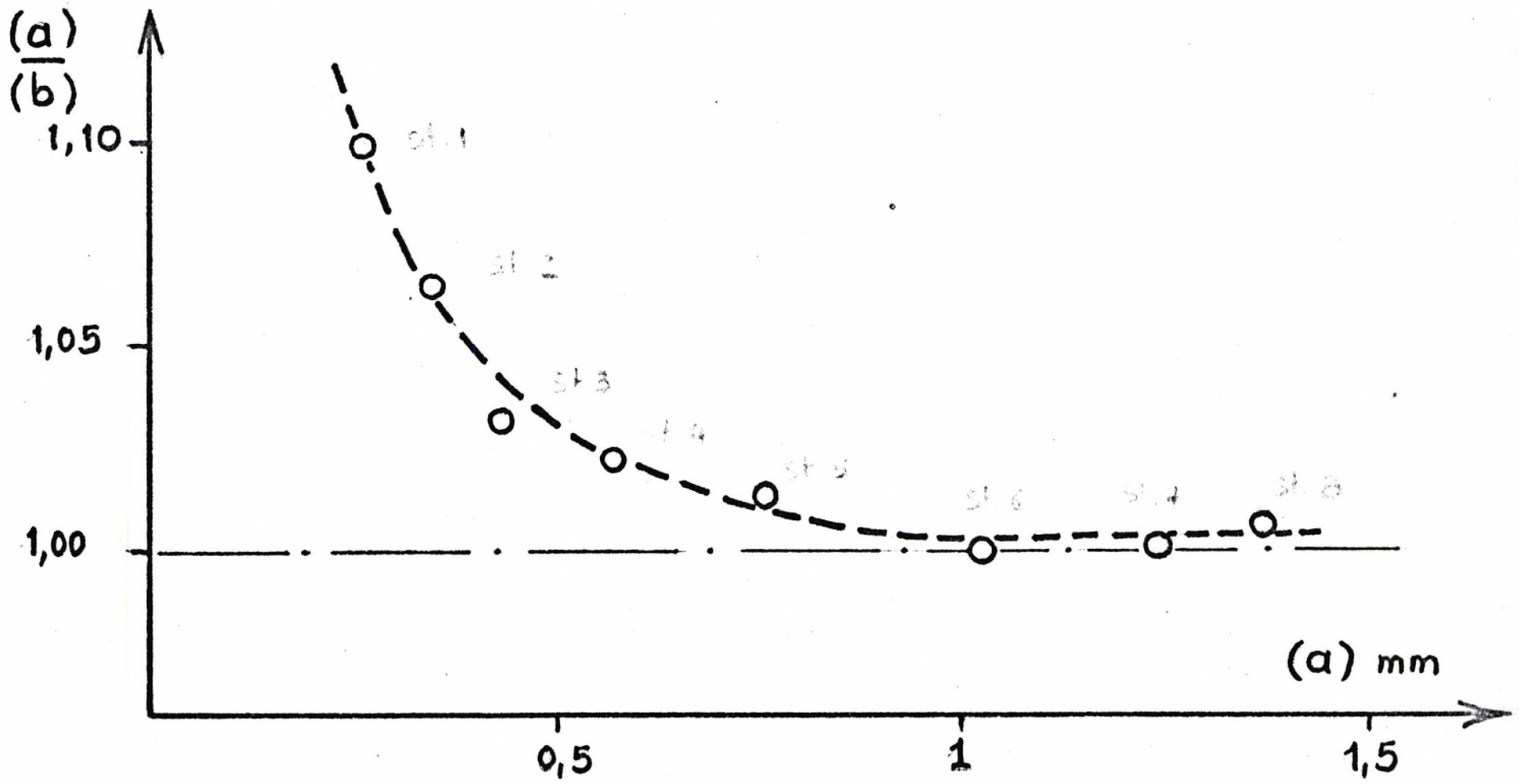



Fig. 2. Relation entre (a) et (b) en fonction des stades chez C. suppressalis (Elevage à 25°c)

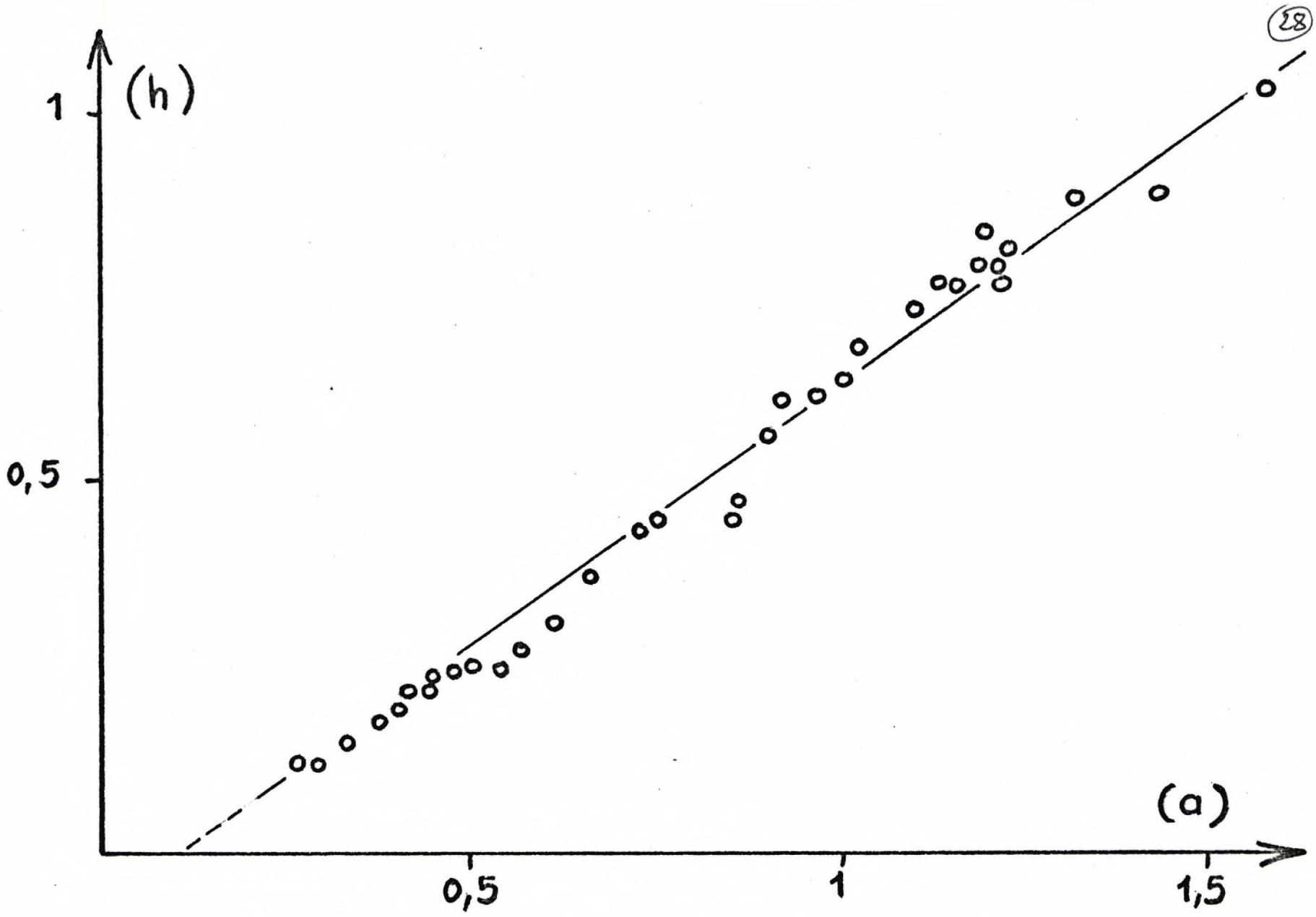



fig. 3 - Relation entre les paramètres (a) et (h) chez les capsules céphaliques de C. suppressalis (Elevage à 25°c)

L'intérêt de ces mensurations préalables réside dans le fait que lorsqu'une capsule est endommagée, certains des paramètres ne sont pas mesurables, et le paramètre principal (a) peut être déduit de la mesure de l'un des trois autres.

Les tailles des capsules pour chaque stade se distribuent selon la loi normale (fig 4) et les "courbes de Gauss" correspondantes sont parfaitement distinctes (fig. 5)

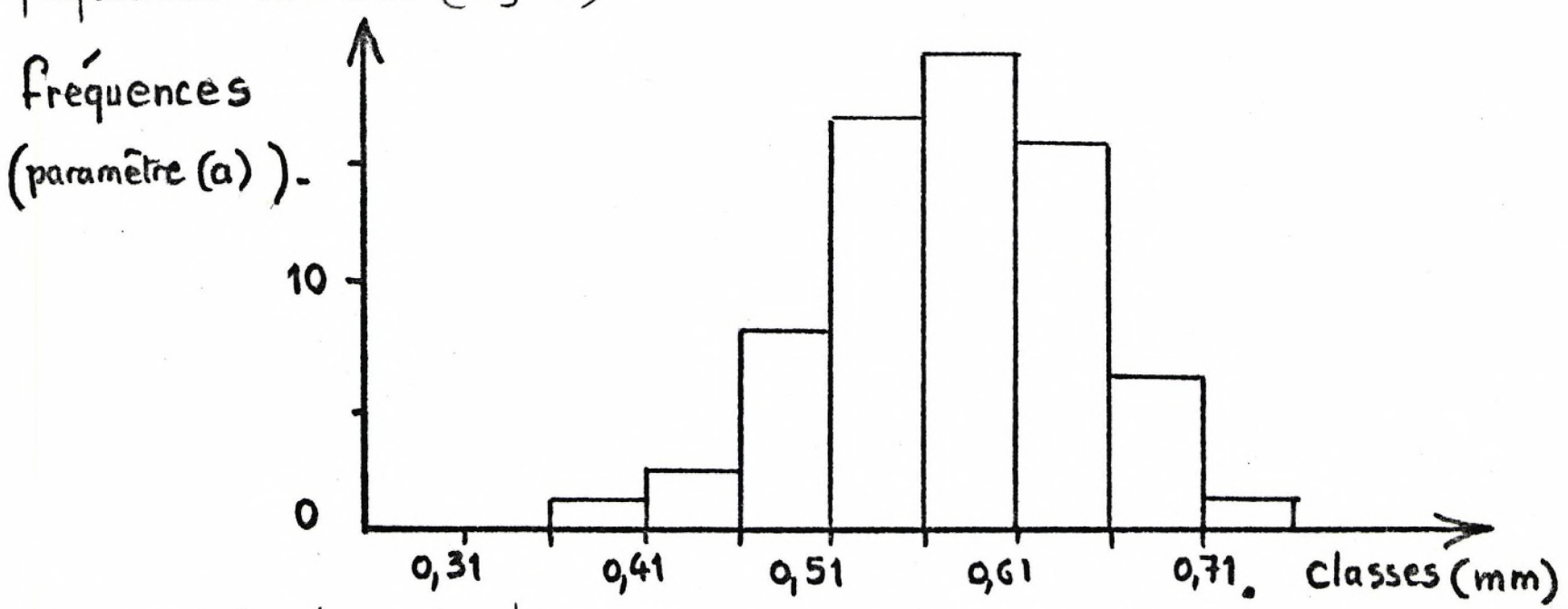



Fig. 4 - Distribution d'échantillonnage des largeurs de capsules à 18° (Stade 4 - N = 10).

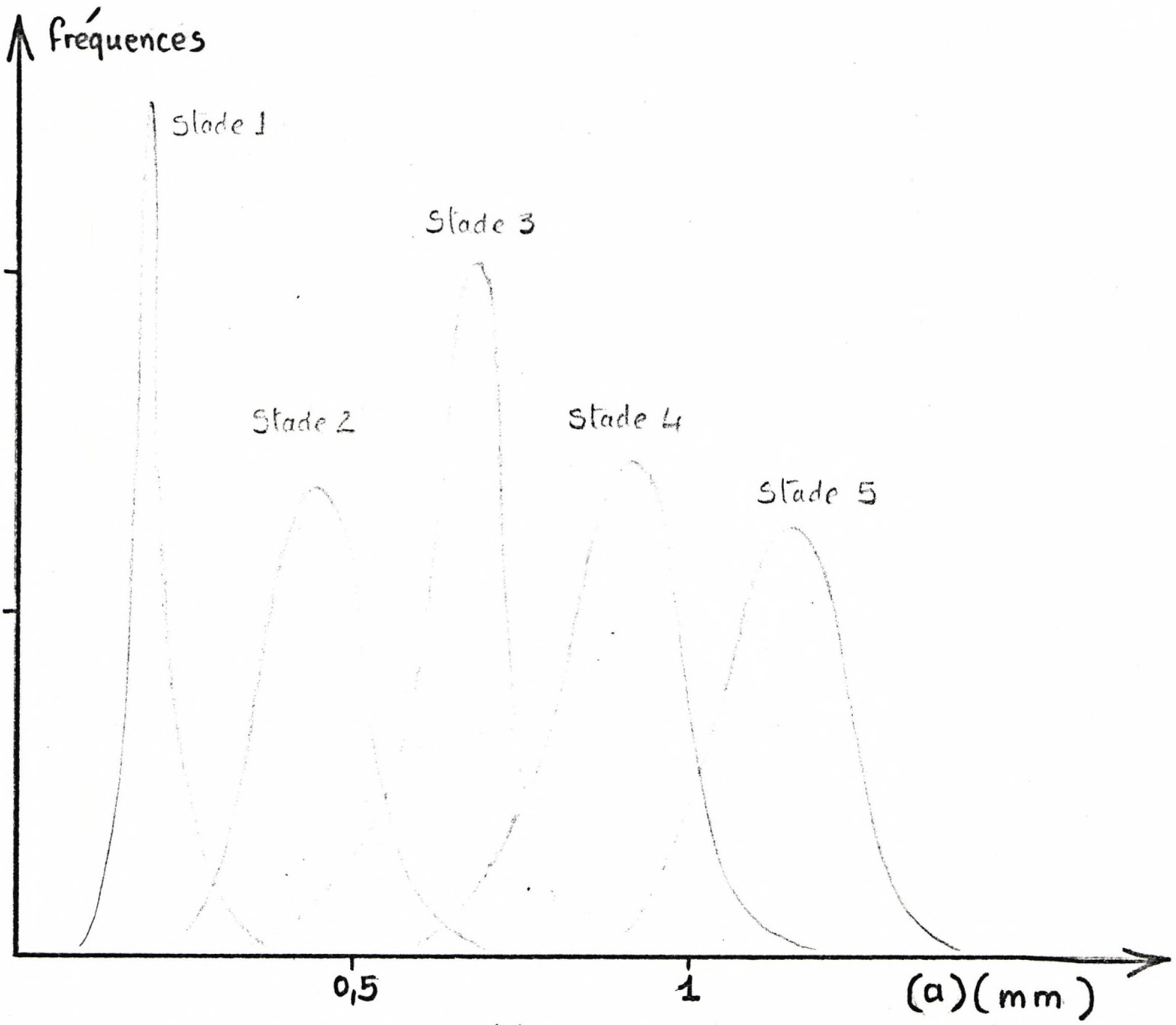



fig. 5- Exemple de répartition des distributions d'échantillonnage des tailles de capsules (largeur (a)) aux divers stades (N=40) chez C. suppressalis.

Le tableau suivant montre les résultats de mesure des capsules céphaliques (paramètre (a)) aux divers stades, en fonction de la température et du nombre total de stades atteint.

La température ne paraît pas exercer une influence déterminante sur la taille des capsules pour un même stade

(Dans le tableau, le nombre de mesures effectuées figure entre parenthèses)

(largeurs exprimées en mm)

| T° | stade 1 | st. 2 | st. 3 | st. 4 | st. 5 | st. 6 | st. 7 | st. 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 28° (1) | 0,266 (12) | 0,42 (2) | 0,49 (9) | 0,63 (15) | 0,86 (14) | 1,10 (15) | 1,24 (7) | |
| 25° (1) | 0,26 (7) | 0,38 (3) | 0,48 (10) | 0,68 (9) | 0,91 (10) | 1,23 (8) | – | |
| 28° (2) | 0,265 (21) | 0,343 (10) | 0,42 (21) | 0,55 (26) | 0,74 (25) | 0,98 (24) | 1,23 (25) | 1,41 (2) |
| 25° (2) | 0,263 (7) | 0,343 (11) | 0,43 (18) | 0,58 (18) | 0,77 (18) | 1,06 (16) | 1,27 (18) | |
| 21° (1) | 0,266 (9) | 0,35 (18) | 0,47 (18) | 0,66 (18) | 0,87 (19) | 1,27 (12) | – | |
| (2) | 0,26 (6) | 0,34 (12) | 0,43 (12) | 0,57 (12) | 0,80 (12) | 1,03 (10) | 1,26 (10 | |
| 18° (1) | 0,267 (8) | 0,36 (9) | 0,47 (8) | 0,64 (9) | 0,88 (8) | 1,15 (6) | – | |
| (2) | 0,27 (7) | 0,37 (7) | 0,42 (7) | 0,58 (7) | 0,79 (8) | 1,1 (8) | 1,26 (6) | |
| 15° (1) | 0,269 (5) | 0,347 (5) | 0,466 (5) | 0,62 (5) | 0,95 (2) | | | |
| (2) | 0,267 (6) | 0,354 (6) | 0,469 (5) | 0,65 (6) | 0,92 (5) | | | |

Les incertitudes relatives moyennes sont voisines de ± 6 %

Les dimensions des capsules aux divers stades sont parfaitement distinctes, et les mesures effectuées devraient permettre un tri et un classement efficaces des chenilles au cours des observations écologiques.

À cet effet, nous avons comparé la taille de capsules mesurée sur les chenilles vivantes puis après séparation du corps et séchage. Les chiffres indiqués ci-dessous montrent que le dessèchement n'entraîne pas de modifications significatives des dimensions (paramètre (a)). (N = 17 mesures) Stade 6.

| paramètres mesurés. | Etat frais. | Etat sec. | Ecart |
|---|---|---|---|
| Largeur : (a) | 1,49 ± 0,14 mm | 1,46 ± 0,14 mm | 1,6 % |
| Longueur : (b) | 1,29 ± 0,10 mm | 1,31 ± 0,10 mm | 0,6 % |

...

d) Taille et poids des chenilles - Les cinétiques de croissance des chenilles en longueur ont été déterminées dans tous les cas. Les courbes, relativement complexes car elles se décomposent en fonction des mues, font l'objet d'analyses dont les résultats paraîtront ultérieurement.

Le poids maximum atteint par les chenilles au dernier stade dans les élevages à 29°c est indiqué dans le tableau ci dessous.

| Stade atteint | N | Poids (mg) et intervalle de confiance * |
|---|---|---|
| 7 | 15 | 90,1 ± 7,1 mg |
| 8 | 27 | 87,8 ± 7,8 mg |

## ② ÉVOLUTION NYMPHALE.

a) bilan de survie.

Les élevages à 29°c n'ont pas franchi le stade nymphal, car toutes les larves en pré-nymphose sont mortes subitement sans que la métamorphose ait pu réellement débuter : il s'agit là vraisemblablement d'une conséquence de la température excessive. Les taux de nymphose en fonction de la température d'élevage sont indiqués ci dessous :

| Température : | 18°c | 21°c | 25°c |
|---|---|---|---|
| Nymphose : | 44 % | 62 % | 82 % |
| N | 16 | 31 | 28 |

L'extrapolation de ces résultats correspond théoriquement à un pourcentage nul de nymphose à la température de 10°c, ce qui correspond exactement aux données bibliographiques concernant le seuil de température (279).

## b) durée de l'évolution nymphale

Les résultats sont indiqués dans le tableau ci dessous, en fonction de la température d'élevage et du nombre de stades atteint. Le nombre de mesures est indiqué entre parenthèses.

| Température d'élevage : | 18°c | 21°c | 25°c |
|---|---|---|---|
| Evolution (j) - Groupe 1 | 13,5 (4) | 14,1 (11) | 9,2 (9) |
| Groupe 2 | 13,0 (3) | 13,0 (8) | 8,6 (14) |

Une fois encore, l'optimum de développement se situe vers 25°c.

## c) Poids des chrysalides.

L'évolution du poids des chrysalides jusqu'à l'éclosion suit une courbe descendante, de même que l'évolution du poids des larves mûres avant la nymphose. Ces données particulières font l'objet d'analyses statistiques qui seront publiées ultérieurement.

A ce stade, une nette distinction peut être effectuée entre mâles et femelles, en fonction de la température et du stade atteint. (Dans le tableau ci dessous, le nombre de mesures figure entre parenthèses). (Poids en mg)

| Temp^res | 18°c | | 21°c | | 25°c | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Sexe | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ |
| Groupe (1) | 41,8 (2) | 51,9 (2) | 41,0 (5) | 56,1 (6) | 44,5 (4) | 48,1 (3) |
| Groupe (2) | 40,6 (2) | 45,9 (2) | 40,9 (4) | 66,7 (2) | 37,3 (8) | 53,3 (7) |

L'influence la plus significative est celle du facteur sexe. Le "sex-ratio" est voisin de 1 (1,1) et les chrysalides de mâles pèsent en moyenne 25% de moins que celles des femelles. Cette différence est encore plus sensible chez les papillons.

## ③ LES PAPILLONS

### a) bilans d'éclosions.

98% des chrysalides ont donné des papillons à 18°c, 21°c et 25°c. La proportion d'éclosions est donc excellente.

### b) Poids des papillons selon le sexe.

Le poids des papillons mâles et femelles, en fonction de la température ~~et~~ du nombre de stades larvaires est indiqué ci dessous. Le nombre de mesures est rappelé entre parenthèses. (Poids exprimés en mg)

| Temp^re / Sexe | 18°c | | 21°c | | 25°c | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ |
| Groupe (1) | 18,2 (3) | 30,7 (2) | 18,4 (4) | 33,9 (6) | 26,7 (4) | 29,6 (2) |
| Groupe (2) | 22,1 (2) | 28,2 (2) | 20,7 (4) | 42,9 (2) | 18,2 (6) | 33,4 (7) |

Les papillons mâles pèsent en moyenne 39,5% de moins que les femelles et le rapport $\frac{\text{Poids de la chrysalide}}{\text{Poids du Papillon}}$ atteint 1,62 pour les femelles et 1,95 pour les mâles.

### c) Corrélation entre le poids du papillon et celui de la chrysalide.

Le graphique de la fig. 6 montre le nuage de points obtenu à partir d'un échantillon de 10 males et 12 femelles. Sur la courbe, les deux lots sont nettement séparés. L'ensemble des 22 couples de mesures constitue une droite (analyses statistiques en cours) dont l'extrapolation montre que les chrysalides d'un poids inférieur à 20 mg, à la limite, ne peuvent être viables, théoriquement. Cette remarque est confirmée dans la pratique.

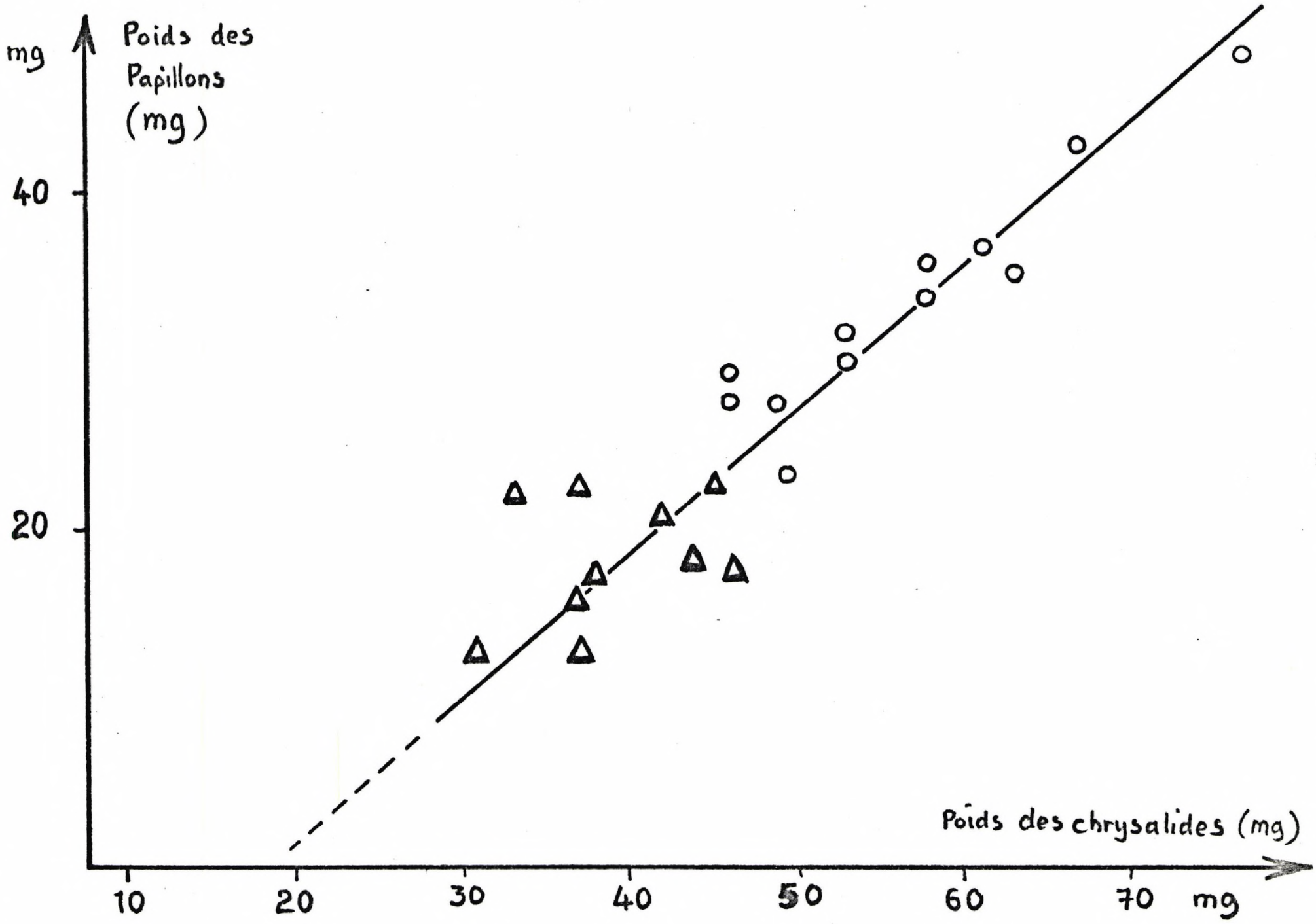



Fig. 6 - Relation entre le poids des papillons et le poids des chrysalides : Mâles (Δ) et Femelles (O)

## ③ DISCUSSION

Les résultats obtenus permettent dès à présent de tirer quelques remarques et conclusions, dans l'attente d'analyses statistiques plus approfondies -

D'une façon générale, la température joue un rôle plus important au niveau des larves que dans la suite du développement de l'insecte - Il semble donc que l'influence du climat puisse se faire sentir de manière appréciable au moment de l'éclosion des chenilles -

• ...

La température de 25°c correspond sensiblement à l'optimum de la vitesse de croissance globale : seul le 1er stade est légèrement raccourci à 29°c

La souche élevée au laboratoire se subdivise en deux groupes d'insectes dont l'un comporte toujours un stade larvaire de plus que l'autre et dont la durée de développement est un peu plus importante (sauf à 29°c où la différence entre les deux groupes n'est pas significative)

Cette distinction n'ayant aucun rapport avec le sexe, il n'est pas impensable qu'il s'agisse là d'une réminiscence des deux "écotypes" signalés par FUKAYA (1964)([126]) et par INOUYE et KAMANO (1957)([ ]) qui se distinguent par leur durée de développement.

Les tailles des capsules céphaliques permettent de distinguer assez bien les stades larvaires : leurs dimensions sont pratiquement insensibles à la température d'élevage.

Pour les chrysalides comme pour les papillons, les courbes de survie en fonction de la Température permettent de prévoir, par extrapolation, un seuil thermique situé aux environs de 10°c, ce qui est en accord avec les données bibliographiques

Enfin, les papillons ont éclos avec une proportion de 1,1 mâle par femelle, celles-ci étant significativement plus lourdes et de dimensions supérieures. Le poids des papillons est fonction du poids des chrysalides. La Température de 29° paraît constituer une limite pour le passage des larves à l'état de chrysalides et papillons.

## RÉFÉRENCES


1 - BOUNIAS, M (1972). Mise au point Bibliographique (à paraître)

2 - DUFAY, C. (1970). Alexanor 6, 331-332

3 - FUKAYA, M. (1964) - Proc. Symp. IRRI, Philipp., 213-227 (J. Hopkins press, Balt.)

4 - GRILLARD, M. et SEGUY, J.L. (1972). Bull. inf. Rizic. Fr. 139, 15-18.

5 - GOMEZ-CLEMENTE, F (1948). Bol. Pat. Veg. Ent. Agric. 16, 1-22.

6 - GUENNELON, (Mme G) et SORIA, F (1973). A paraître (Entomophaga)

7 - HARUKAWA, C., TAKATO, R. et KUMASHIRO, S. (1931) - Ber. Ohara Inst. Landw. Forsh. 5 (1) .177-207.

8 - HARUKAWA, C - et al., (1931). Ber Ohara Inst. Landw. Forsh. 5 (1), 209-220

9 - MIYASHITA, K, (1963). Bull. Nat. Inst. Agr. Sc. (C), 15, 99-170


## FIGURES HORS TEXTE :

Définition des critères de mesure des capsules céphaliques.

# INFLUENCE DE LA TOXINE DU BACILLUS THURINGIENSIS (BERLINER) SUR LA CROISSANCE DE LA PYRALE DURIZ : CHILO SUPPRESSALIS (WALKER) (LEPIDOPTERA, PYRALIDAE : crambinae) -

par M. BOUNIAS et Gilberte GUENNELON
Station de Zoologie,
Centre de Recherches d'Avignon, I.N.R.A.,
84140 MONTFAVET

## R E S U M E

Les larves de C. suppressalis au 2e stade de leur développement ont reçu pendant 24h une alimentation comportant 0,25-0,5-1- et 2 % d'une préparation Commerciale de toxine du B.thuringiensis (Bactospéine)

Tous les lots de larves ayant été en contact avec la toxine présentent rapidement des signes d'anorexie et les doses 1 et 2 % entraînent un important ralentissement du développement larvaire suivi d'un taux de mortalité très élevé en fin de croissance (plus de 80 %)

Les chenilles ayant reçu des doses faibles (0,25 et 0,5%) voient également leur développement ralenti, mais la mortalité est alors plus faible : la DL 50 se situe au voisinage de 0,5 %

La préparation de toxine du B. thuringiensis semble pouvoir être efficace dans la lutte contre la Pyrale du Riz en Camargue, sous réserve d'une concentration suffisante et d'un mode d'application convenable.

## INTRODUCTION

La Pyrale du Riz, chilo suppressalis (Walker) a été découverte en France pour la première fois par DUFAY (1970[5]. Sa présence en Camargue constitue un sujet d'inquietude pour la riziculture, d'autant plus que le milieu naturel camarguais est pratiquement incompatible avec les moyens habituels de lutte chimique : la plupart des pesticides efficaces contre la Pyrale (AUDEMARD, 1971) (1) sont, en effet, très toxiques à l'égard de la faune aquatique, avienne et terrestre, mammifères compris (OZAki, 1966 (14), KOK et PATHAK, 1966 (11), ISHIDA et DAHM, 1965 (10), WYATT, 1956 (16)) ainsi que vis à vis de la flore et de la micro-flore (MAC RAE et al., 1967) (12)

De plus, la pyrale semble avoir été introduite sans son cortège d'ennemis naturels (parasites et prédateurss) dont l'introduction et le développement dans les zones infestées par la pyrale ne doivent en aucun cas être compromis dès le départ du fait de la haute toxicité des pesticides à leur égard (WASHIZUKA et KUWANA, 1959) (15) -

Parmi les solutions pouvant être envisagées dans l'immédiat, l'une se situe à la charnière entre la lutte biologique et la lutte chimique : elle fait appel à l'action d'une toxine extraite de la bactérie Bacillus thuringiensis, dont l'efficacité a déjà été reconnue dans la lutte contre divers lépidoptères tels que la chenille processionnaire du pin et surtout la Pyrale du Maïs (CANGARDEL et ANGLADE, 1969) (4)

L'avantage de ce procédé résiderait dans son étroite spécificité à l'égard de quelques groupes seulement d'insectes (parmi les lépidoptères et les coléoptères), ce qui devrait permettre de protéger le reste de la faune y compris les insectes utiles (auxiliaires biologiques)

Nous avons donc entrepris quelques essais préléminaires qui nous ont permis d'évaluer le degré de toxicité de la préparation bactérienne à l'égard des larves de C. suppressalis.

MATERIEL ET METHODES.

a) Les larves -

Les larves de C. suppressalis proviennent d'une souche prélevée en Camargue en 1971 et élevée au Laboratoire depuis 7 générations sur milieu artificiel simple dont la formule est la suivante (GUENNELON, 1972)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Eau..... | 150 cm3 | Acide Ascorbique..... | 1 g |
| Agar-Agar..... | 4 g | Acide Benzoique..... | 0,35 g |
| Semoule de Maïs | 28 g | Nipagine..... | 0,35 g |
| Germes de Blé. | 7,5 g | Auréomycine..... | 0,05 g |

L'élevage est conduit à la température de 25°C et sous une photopériode de 16H d'éclairement. Dans ces conditions, le développement larvaire normal dure 33 jours et comporte de 5 à 7 stades

b) La Toxine

La toxine du B.thuringiensis est constituée par une préparation commerciele, la "Bactospéine" distribuée sous forme de poudre "mouillable" titrant 2000 "unités Anagasta" par mg

Les doses appliquées au cours de nos essais correspondent aux concentrations suivantes dans le milieu nutritif :

| Doses | DB 1 | DB 2 | DB 3 | DB 4 |
|---|---|---|---|---|
| mg/g | 2,5 | 5 | 10 | 20 |
| % | 0,25 | 0,5 | 1 | 2 |

c) Mode d'administration de la Toxine -

Les larves ayant atteint le 2e stade (4e jour après éclosion) sont transférées sur du Milieu contenant la toxine, à raison de 100 larves réparties en 5 lots pour chacune des 4 doses (DB 1à DB4) et et 50 larves pour les Témoins, soit au total 450 chenilles.

24h après, toutes les chenilles sont replacées sur du milieu nutritif sain (exempt de toxine) et leur croissance est observée jusqu'au terme du développement.

RESULTATS.

1° Anorexie

24 heures après avoir été replacées sur milieu sain, de nombreuses chenilles présentent un état d'anorexie prononcé et quittent le milieu pour se rassembler sur le couvercle des boites (Tableau 1)

Tableau 1 - Etat d'anorexie des chenilles ayant été en contact avec la toxine (Stade II Age 6 jours) -

| Doses : | Nombre d'Observations | % de chenilles ayant cessé de se nourrir |
|---|---|---|
| 0 | 47 | 2,1 ± 4 % |
| 0,25 % | 94 | 81 ± 8 % |
| 0,5 % | 98 | 76 ± 7 % |
| 1 % | 97 | 83 ± 6 % |
| 2 % | 97 | 89 ± 4 % |

Les larves ayant reçu les plus faibles doses reprennent partiellement leur alimentation au bout d'une dizaine de jours -

2° Croissance de Larves -

L'influence des doses croissantes se fait sentir très nettement pendant la croissance des chenilles, comme le montre le tableau 2.

Tableau 2. Comparaison de l'évolution de la taille des chenilles ayant reçu de la toxine avec celle des Témoins -
(Sur le tableau figurent les moyennes avec les intervalles de confiance*. Le nombre de mesures est indiqué entre parenthèses).

| Age | Témoins | 0,25 % | 0,5 % | 1 % | 2 % |
|---|---|---|---|---|---|
| 7 jours | 5 ± 0,5 (5) | 3,5 ± 0,4 (5) | 3,4 ± 0,3 (5) | 3,2 ± 0,3 (5) | 2,0 ± 0,3 (5) |
| 11 jours | 6,2 ± 1,5 (10) | 5,5 ± 1,1 (20) | 4,8 ± 1,2 (13) | 3,8 ± 0,7 (22) | 2,8 ± 0,5 (41) |
| 20 jours | 16,2 ± 2,5 (12) | 11,0 ± 2,3 (40) | 9,1 ± 3,8 (28) | 5,7 ± 2,3 (24) | 3,1 ± 0,6 (16) |
| 27 jours | 20,8 ± 1,9 (19) | 17,9 ± 2,6 (56) | 14,4 ± 2,8 (35) | 8,5 ± 3,3 (25) | " |

Dès la première semaine, les différences de tailles apparaissent significatives entre larves témoins et larves traitées, et ces différences s'accentuent au cours du développement en fonction des doses croissantes -

* Résultats statistiques : Seuil 5 % - (*)
SCHWARTZ, D- Méthodes statistiques...

3°) Mortalité des Insectes -

Le tableau 3 indique l'évolution de la mortalité en fonction du temps, au cours de nos essais, et le taux final de mortalité à l'issue du développement complet est indiqué sur la fig.3 en fonction des doses reçues-

Tableau 3- Mortalité des larves après action de la toxine du B. thuringiensis - (intervalles de confiance : seuil 5 %)

| Age | Témoins | 0,25 % | 0,5 % | 1 % | 2 % |
|---|---|---|---|---|---|
| 10 jours | 2,1 ± 4 % | 10,4 ± 6 % | 15,3 ± 7,1 % | 35,5 ± 9,4 % | 48 ± 10 % |
| 11 jours | - | 11,5 ± 6,9 % | 17,4 ± 7,5 % | 35,5 ± 9,4 % | 49 ± 10 % |
| 20 jours | | - | 17,4 ± è,5 % | 44,5 ± 9,8 % | 73 ± 8,8 % |
| 27 jours | | | - | 48,5 ± 9,8 % | 74 ± 9 % |
| 38 jours | 14,9 ± . % | 39,6 ± % | 64,3 ± 10 % | 93 ± 8 % | 99 ± 7 % |
| N | 47 | 96 | 98 | 99 | 97 |

La mortalité augmente très rapidement chez les larves ayant été en contact des doses les plus élevées de toxines (1 et 2 %) - La fig 3 montre les taux définitifs atteints en fin de développement : l'augmentation des taux de mortalité est significative entre les doses 0-0,25-0,5-1% mais elle ne l'est plus après 1 % - La courbe présente une allure hyperbolique dont l'asymptote se situerait à 100 % de mortalité - La DL 50 se situe au voisinage de 0,4 % de toxine dans le milieu, compte tenu de la mortalité des témoins.

Le tableau 4 indique l'évolution des taux de mortalité au cours du passage des larves aux chrysalides puis aux papillons.

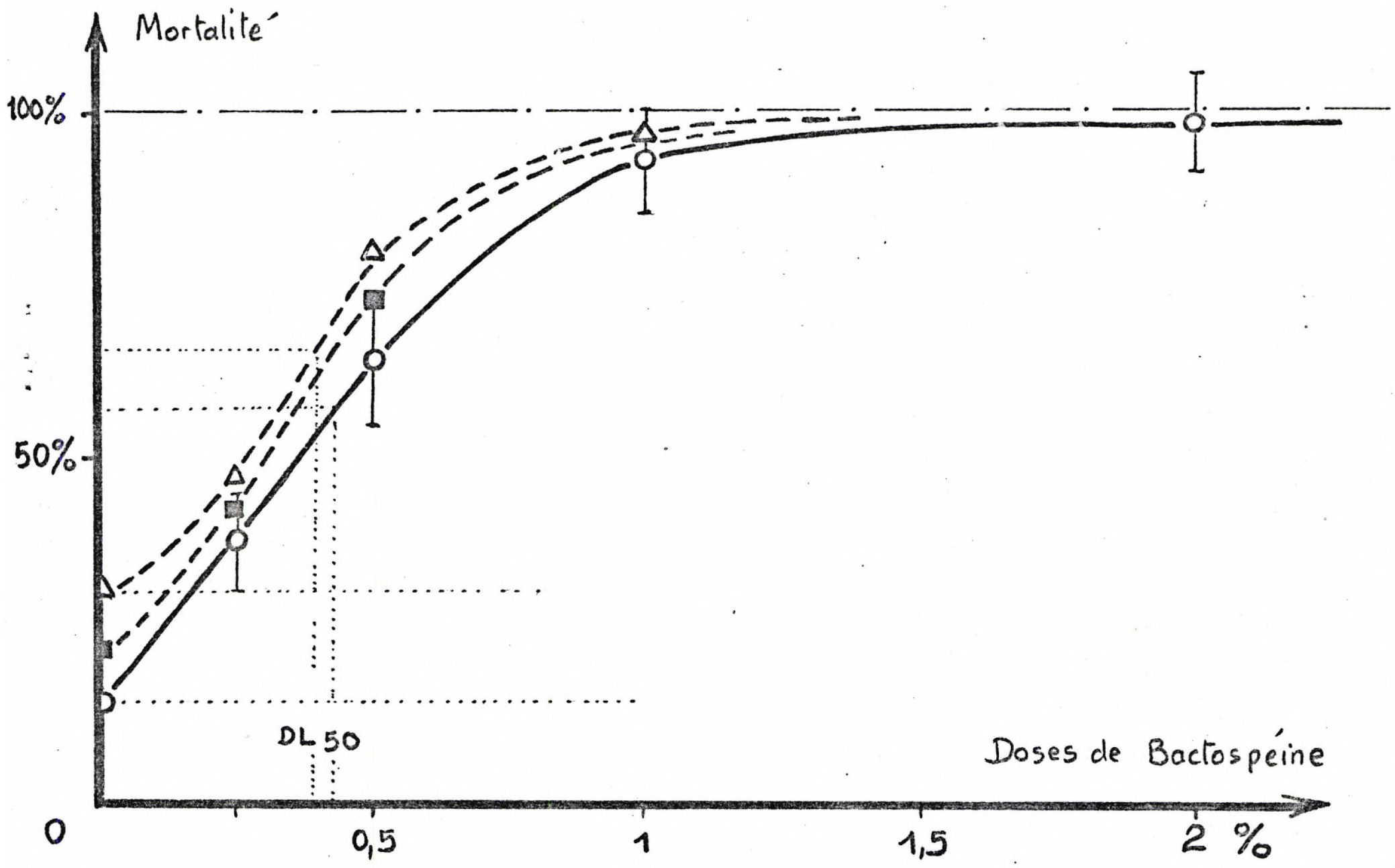



Fig. 3 - Courbe de mortalité des insectes en fin de développement en fonction des doses reçues (toxine du B. thuringiensis) (larves (O) - Chrysalides (■) - Papillons (Δ) -)

Les courbes de mortalité, d'aspect hyperbolique chez les larves, prennent une allure sigmoïde chez les adultes-

Tableau 4 - Rendements de nymphose et d'éclosions chez C.suppressalis en fonction des doses de Bacto Spéine reçues -

| Doses | Larves Mûres | Chrysalides | Papillons |
|---|---|---|---|
| 0,25% | 62% | 58% | 53% |
| 0,5 % | 35% | 26% | 19% |
| 1 % | 7% | 3% | 3% |
| 2 % | 1% | 1% | 1% |
| T | 85% | 79% | 68% |

DISCUSSION

Les premiers résultats montrent que des doses de "Bacto Spéine" de 0,5 à 1% administrées sous forme de poudre "mouillable" à 2000 uA/mg induisent une mortalité élevée chez les insectes en élevage.

Cependant, les travaux des auteurs orientaux montrent que les larves de première génération se nourrissent quelques temps sur les jeunes feuilles de riz (5 à 6 jours au moins) puis forent un orifice et pénètrent dans la tige au bout d'une dizaine de jours (YamAZAKI et HATAI, 1960) (17). Ces observations sont &galement valables en Espagne (GOMEZ-CLEMENTE, 1948) (7). En deuxième génération, aucune certitude n'est acquise sur le comportement des larves, bien que divers auteurs pensent qu'elles demeurent, là encore, plusieurs jours sur les feuilles avant de pénétrer dans les gaines, puis dans les tiges où elles sont alors inaccessibles par la plupart des pesticides (MORIMOTO et SATO, 1962) (13) -

Le succès du traitement dans les rizières dépend donc de la présence de toxine sur les jeunes feuilles, en permanence pendant la première semaine après éclosion - Cependant, compte tenu de l'étalement de sortie des papillons (HARUKAWA et al., 1931) (8) (9), (BANG et KAE,1964) (2), de jeunes larves risquent d'être présentés sur les feuilles pendant plusieurs mois, et la présence de toxine sur les feuilles devra être maintenue durant leur croissance -

Il semble donc que la formule dite "Crème" titrant 6000 UA/mg récemment mise en fabrication soit la mieux adaptée, compte tenu de son pouvoir adhésif et de sa concentration élevée-

En définitive, la toxine du B thuringiensis pourra vraisemblablement rendre des services appréciables en Camargue, dans la lutte contre la Pyrale du Riz, sous réserve d'être maintenue sur les feuilles durant les 2 mois qui suivent le début de l'éclosion des chenilles.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES


1 AUDEMARD, H. (1971) - Bull. Inf. Rizic. Fr. 135 , 9-13.

2 BANG, H.Y. et KAE, B.M. (1964) - J. Econ. Ent. 57,(5), 706-710

3 BOUNIAS, M (1972) - Bull. Inf. Rizic. Fr., 139 , 11-13

3b — — Mise au point Bibliographique

4 CANGARDEL, H. et ANGLADE, P. (1969) - Rev. Zool. Agric. Path. Veg. 10-12 , 113-122

5 DUFAY, C. (1970) - Alexanor, 6 , 331-332

6 GUENNELON, G et SORIA, F. (1973) - A paraître ..

7 GOMEZ CLEMENTE, F. (1948) - Bol. Pat. Veg. Ent. Agric. 16 , p. 1-22.

8 HARUKAWA, C., TAKATO, R et KUMASHIRO, S. (1931) - Ber Ohara Inst. Landw. Forsch. 5 (1), 209-220 et 177-207.

9 HARUKAWA, C. et al. (1931) - Rept. Ohara Inst. Agr. Res. 17 , 165-183 -

10 ISHIDA, M. et DAHM, P.A. (1965) - J. Econ. Ent. 58 (6), 1164-1166.

11 KOK, L.T. et PATHAK, M. D. (1966) - J. Econ. Ent. 59 (3) , 659-663.

12 MAC RAE, I.C., RAGHU, K. et CASTRO, T. (1967) - J. Agr. Fd. Chem., 15 (5), 911-914.

13 MORIMOTO, T. et SATO, Y. (1962) - Jap. J. Appl. Ent. Zool. 6 (3), 190-195.

14 OZAKI, K. (1966) - Tokyo Nat. Inst. Agr., Sc. Bull. (C), 20 , 181-224.

15 WASHIZUKA, (Y., et KUWANA, S. (1959) - Botyû-Kagaku, 24 (3), 137-140

16 WYATT, I.J. (1956) - Bull. Dept. Agric. Malaya, 101 , 29p.

17 YAMAZAKI, S. et MATAI, N. (1960) - Bull. Nat. Inst. Agr. Sc. (C), 11 , 1-36.